

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE - LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

“Diseño e implementación de instrumentación virtual para el diagnóstico de sistemas de inyección electrónica diesel aplicado a camiones ISUZU “

Santiago Barona Díaz

Latacunga – Ecuador

2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de tesis de grado, fue desarrollado por el Señor Santiago Barona Díaz, bajo nuestra dirección.

Ing. Armando Álvarez Salazar
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Germán Erazo
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a Dios, y una gratitud al cuerpo docente de la prestigiosa Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, por haber aportado con sus sabios conocimientos, para llegar a una etapa más en mi vida.

Un agradecimiento especial a los Señores Ingenieros Armando Álvarez y Germán Erazo, por su valiosa dirección en el desarrollo del presente proyecto.

Santiago Barona Díaz

DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica e Instrumentación, lo dedico de todo corazón a mi esposa Johana, a mi hijita Michelle, quienes han sido y serán la razón de mi existencia.

Además un agradecimiento especial a mis amados padres Jorge y Rosario que han sido y serán el pilar fundamental en mi vida así como a mis queridos hermanos: Mauricio, Diego y David.

Santiago Barona Díaz

INDICE

CONTENIDO **PÁG**

CAPITULO I

CONTROL ELECTRÓNICO DE MOTORES DIESEL

CAPITULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

CAPITULO III

CALIBRACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

CAPITULO IV

MANUAL DEL USUARIO

CAPITULO V

INTRODUCCIÓN

El uso de componentes electrónicos y microprocesadores ha abierto las puertas para métodos más exactos para controlar la dosificación de combustible al motor, conociéndose generalmente como Control electrónico diesel (EDC), transformando en verdaderas obras de alta tecnología a los motores que utilizan este sistema.

El sistema de control de combustible, ha incrementado la potencia de los motores, rendimiento de combustible y disminución de las emisiones, gracias al uso de componentes eléctricos y electrónicos, los cuales son mucho más exactos en todo aspecto y relativamente libres de mantenimiento.

Con el proyecto de tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA EL DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DIESEL APLICADO A CAMIONES ISUZU ",tomado al vehículo ISUZU FVR,CHR 7.2, FTR dotado con un motor modelo 6HE1TC en como una aplicación se tiene previsto realizar mantenimientos de vehículos con motores diesel controlados electrónicamente de una manera eficiente y eficaz.

En el desarrollo del presente tema, se adjuntara toda la parte teórica, concerniente a los dispositivos que se utilizara en este tema, tales como la tarjeta de adquisición de datos, tarjeta de acondicionamiento de señales, conectores y sondas adicionales. Posteriormente se realizara en la computadora con el software LabVIEW la aplicación necesaria.

Con este diseño tenemos una base para el desarrollo posterior de otras aplicaciones para el diagnóstico de sistemas en el área automotriz que cuenten con sistemas de control electrónico.

El desarrollo de la presente aplicación está estructurada en cinco capítulos principales:

En el Capítulo I, se adjunta la información teórica de la clasificación de los sistemas de control electrónico diesel EDC existentes en el mercado con sus principales características, además se realiza un estudio de la evolución de los sistemas EDC, llegando a los detalles específicos del sistema de control electrónico diesel propuesto, que conlleva todo lo relacionado como son los censores y actuadores del mismo.

En el Capítulo II, se presenta todo lo relacionado con el diseño y construcción detallada tanto de la tarjeta de adquisición de datos, como de la tarjeta de acondicionamiento de señales, seguidamente se muestra el desarrollo y estructura de nuestra aplicación bajo el entorno de LabVIEW.

En el Capítulo III, se realizan las respectivas pruebas de calibración y funcionamiento correspondientes para el sistema de instrumentación virtual diseñado.

En el Capítulo IV, se a elaborado un manual del usuario, en el que se explica en forma detallada los pasos a seguir para la puesta en marcha del sistema propuesto, y de esta manera aprovechar al máximo su capacidad y ventajas.

Finalmente en el Capítulo V, se exponen las Conclusiones y Recomendaciones, luego de haber desarrollado el proyecto propuesto.

CAPITULO I

CONTROL ELECTRÓNICO DE MOTORES DIESEL

1. INTRODUCCIÓN

Los motores diesel de alta eficiencia con los que contamos en la actualidad, se han obtenido gracias al desarrollo tecnológico en el campo de la automoción basados en la electrónica, las varias técnicas de control se han ido desarrollando en función de la versatilidad de los controladores electrónicos, en base al desarrollo tecnológico de la circuitería electrónica a disposición como también en las variables que influyen en este proceso.

En el presente capitulo de este trabajo de investigación realizo una clasificación de los diferentes tipos de controladores electrónicos así como su componentes es decir sus sensores y actuadores respectivamente. A sí mismo he incluido los datos técnicos y funcionamiento del sistema EDC propuesto para la aplicación de la instrumentación virtual para el diagnóstico de sistemas de inyección electrónica diesel aplicados a camiones ISUZU.

1.1. MOTOR ISUZU ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN

En la tabla 1.1 he colocado los valores de operación que especifica el fabricante del motor 6H1TC utilizado en el camión ISUZU que he tomado como referencia para la aplicación de la instrumentación

virtual, estos datos puede utilizar como referencia para conocer el tipo de motor con el cual se está trabajando.

Tabla 1.1 Especificaciones de operación del motor 6H1TC utilizado en el camión ISUZU de la presente aplicación, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento & CET de la GM Ecuador.

ESPECIFICACIONES	
ITEM	**MODELO MOTOR 6H1TC**
Motor Tipo	Cuatro tiempos, árbol de levas en la culata, enfriamiento por agua
Cámara de combustión tipo	Inyección directa
Camisa interior de cilindro tipo	Camisa seca
Sistema de accionamiento de tiempo	Accionamiento de piñones
No. De cilindros	6
Diámetro interior por carrera mm(pulg.)	110x125 (4,33x4,92)
No. De anillos de pistón	Anillos de compresión:3 Anillos de aceite:1
Desplazamiento total del pistón cm^3 (pulg. cúbicas.)	7.127 (434,9)
Relación de compresión (a1)	16,9
Presión de compresión a 200 r.p.m. Kpa. (kg. / cm^2/psi.)	3.236(33/469)
Peso del motor N(kg./lb)	6.090(621/1.369)
Orden de inyección de combustible	1-5-3-6-2-4
Tiempo de inyección de combustible (BTDC)grados	1(Especificación S) 4(Especificación C-N)
Especificación tipo de combustible	Combustible diesel SAE No. 2
Velocidad de mínima r.p.m.	630
Holgura de válvulas Admisión mm(pulg.) Escape mm(pulg.)	0,40 (0,013) 0,40 (0,016)
Válvulas de admisión Abren a (BTDC) grados Cierran a (BTDC) grados	15 35
Válvulas de escape Abren a (BTDC) grados	49

Cierran a (BTDC) grados	16
Sistema de combustible	
Bomba de inyección tipo	Bosch MD en línea – TICS
Gobernador tipo	RLD
Boquillas de inyección tipo	Tipo orificio (Cinco orificios)
Presión de apertura boquillas de inyección Kpa. (kg./ cm^2/psi.)	22.100 (225/3.199)
Filtro principal de combustible	Elemento de papel
Sistema de Lubricación	
Método de lubricación	Presión de circulación flujo completo
Especificación aceite del motor (grado API)	CD
Presión de aceite (en la galería de aceite) Kpa. (kg./ cm^2/psi.)r.p.m.	Aproximado 98(1,0/14)/525 Aproximado 221(2,25/32)/1.500
Bomba de aceite tipo	Piñones (Accionados por el cigüeñal)
Filtro de aceite principal tipo	Elemento reemplazable
Filtro de aceite principal tipo	Cartucho o elemento reemplazable (Roscado)
Capacidad de aceite Litros (gal americano/gal imp)	14(3,7/3,1)Con filtro de aceite parcial combinado
Enfriamiento de aceite	Tipo platos – Enfriado por agua en la carcaza
Filtro de aire	Tipo ciclón con elemento de papel
Batería tipo / Voltios por No. de unidades	65D23R 12x2

Tabla 1.2 Datos técnicos del sistema de enfriamiento del motor 6H1TC utilizado en el camión ISUZU de la presente aplicación, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento & CET de la GM Ecuador

ENFRIAMIENTO DEL MOTOR	
ARTÍCULO	**MODELO MOTOR 6H1TC**
Radiador tipo	Aletas onduladas con depósito de reserva
Capacidad refrigerante ltr.(gal.American/gal imp)	23(6,1/5,1)
Bomba de agua tipo	Impeler centrífugo

Termostato tipo	Bola de cera
Temperatura inicial apertura de la válvula °C(°F)	82,0(179,6)
Temperatura apertura plena de la válvula °C(°F)	95,0(203,0)
Apertura total de la válvula mm(pulg.)	8(0,31)

Tabla 1.3 Datos técnicos del sistema de combustible del motor 6H1TC utilizado en el camión ISUZU de la presente aplicación, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento0 & CET de la GM Ecuador

SISTEMA DE COMBUSTIBLE	
ARTÍCULO	**MODELO MOTOR 6H1TC**
Bomba de inyección tipo	Bosch MD en línea – TICS
Diámetro exterior del émbolo mm(in)	11 (0,433)
Gobernador tipo	RLD velocidad variable – Gobernador mecánico
Tiempo	
Bomba de alimentación	Doble acción
Boquilla de inyección tipo	Orificios
Número de orificios boquilla de inyección	5
Presión de apertura Kpa. (kg./ cm^2/psi.)	20.700 (211/3.000)
Filtro primario de combustible y separador de agua	
Filtro principal de combustible	Elemento de papel con depósito de agua tipo CARTUCHO transparente

1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO DIESEL EDC

En la actualidad se han desarrollado varios sistemas de control de inyección electrónica de combustible para los motores diesel, dependiendo de las características mecánicas-electrónicas de estos sistemas he podido clasificar de la siguiente manera según la información recopilada de varios autores de información técnica:

1.2.1. Sistemas mecánicos con corrección electrónica llamados también “Sistema con unidad de mando”.

Estos sistemas están formados por una bomba netamente mecánica, a las que se le han adicionado algunos sensores y por ende algunos actuadores conjuntamente con una unidad de mando (controlador) para controlar determinadas variables con el objetivo de obtener un motor más eficiente, la siguiente es una clasificación que la he realizado basándome en esta característica

1.2.1.1. Control de recirculación de gases de escape EGR

Este tipo de control se basa en la información generada por un sensor colocado sobre la bomba de inyección o en el tapón de puesta a punto, pudiendo ser un potenciómetro o microcontacto de posicionamiento, la información generada por el sensor es procesada en la unidad de mando (controlador) , generando una respuesta de control hacia el actuador en este caso una electroválvula, que ejerce un by-pass entre el múltiple de escape y el múltiple de admisión, permitiendo el ingreso de pequeñas cantidades de gases de escape (aproximadamente un 7 % del volumen de la cámara de combustión) para ser mezclados con la carga aire / combustible. La temperatura de la cámara de combustión se reduce bajando las emisiones de Nox, controlándose de esta manera las emisiones de óxidos de nitrógeno (Nox).

1.2.1.2. Control de avance electrónico

En este caso el avance es dado por el dato que recoge la unidad de mando mediante un sensor que se ubica detrás de la bomba inyectora, en este se determina no solo el pulso de inyección (número de revoluciones) si no también el ancho del pulso, con ambos datos y con un mapeo de dicha información se envía el pulso para el solenoide de avance.

1.2.2. Sistema diesel con control totalmente electrónico

Estos sistemas se basan en el control electrónico del sistemas EDC propiamente dicho, en los que además de controlar el comienzo de inyección, también se regula electrónicamente la dosificación, mediante un sistema de medida basado en un imán giratorio eléctrico que sustituye en esta función al regulador mecánico. También la electrónica permite la realización de otras funciones en el ámbito de la gestión del motor y del vehículo, por ejemplo, la regulación de la reglamentación de los gases de escape para reducir a un mínimo las emisiones de óxido nítrico, así como la regulación de la presión del turbo, el autodiagnóstico, el control de tiempo de incandescencia, así como la asociación con otros elementos del vehículo como el inmobilizador [1], el cambio automático.

Para la siguiente clasificación me he basado en los parámetros característicos de cada bomba de inyección obtenida de los datos informativos de tablas de clasificación de las bombas de inyección diesel en general.

- **EDC para Bombas lineales de la línea pesada.**

  Estas bombas disponen por cada cilindro del motor de un elemento de bombeo que consta de cilindro de bomba y de émbolo de bomba. El émbolo de bomba se mueve en la

[1] El inmobilizador es un dispositivo electrónico de seguridad vehicular, que permite el funcionamiento o bloqueo del motor , cuando la llave del vehículo no es la correcta.

dirección de suministro por el árbol de levas accionado por el motor, y retrocede empujado por el muelle del émbolo.

Los elementos de bomba están dispuestos en línea. La carrera de émbolo es invariable. Para hacer posible una variación del caudal de suministro, existen en el émbolo aristas de mando inclinadas, de forma tal que al girar el émbolo mediante una varilla de regulación, resulte la carrera útil deseada. Entre la cámara de alta presión de bomba y el comienzo de la tubería de impulsión, existen válvulas de presión adicionales según las condiciones de inyección. Estas válvulas determinan un final de inyección exacto, evitan inyecciones anteriores en el inyector y procuran un campo característico uniforme de bomba.

Los controles para bombas lineales para la línea pesada se designan con las siguientes letras por su característica de control:

- **H .....** Para la designación con esta letra se tiene un control electrónico de caudal de combustible y avance en el tiempo de inyección del combustible.

- **P .....** Se designa con esta letra al controlador electrónico en el regulador aplicado en camiones de línea pesada JHON DEERE, VOLVO.

- **M .....** De igual manera que en el caso anterior con regulador electrónico pero en MB Línea liviana.

- **EDC para bombas de inyección rotativas**

Estas bombas constan de un regulador de revoluciones mecánico para regular el caudal de inyección así como de un regulador hidráulico para variar el avance de inyección. En bombas rotativas controladas electrónicamente se sustituyen los elementos mecánicos por actuadores controlados electrónicamente. Las bombas rotativas solo tienen un elemento de bombeo de alta presión para todos los cilindros.

Bomba de inyección rotativa de émbolo axial.

Esta bomba consta de una bomba de aletas que aspira combustible del depósito y lo suministra al interior de la cámara de bomba. Un émbolo distribuidor central que gira mediante un disco de levas, asume la generación de presión y la distribución a los diversos cilindros. Durante una vuelta del eje de accionamiento, el embolo realiza tantas carreras como cilindros del motor a de abastecer. Los resaltes de leva en el lado inferior del disco de leva se deslizan sobre los rodillos del anillo de rodillos y originan así en el émbolo distribuidor un movimiento de elevación adicional al movimiento de giro.

En la bomba rotativa convencional de émbolo axial VE con regulador mecánico de revoluciones por fuerza centrifuga, o con mecanismo actuador regulado electrónicamente, existe una corredera de regulación que determina la carrera útil y dosifica el caudal de inyección. El comienzo de suministro de la bomba puede regularse mediante un anillo de rodillos (variador de avance). En la bomba rotativa de émbolo axial controlada por electroválvula, existe una electroválvula de alta presión controlada

electrónicamente, que dosifica el caudal de inyección, en lugar de la corredera de inyección. Las señales de control y regulación son procesadas en dos unidades de control electrónicas ECU (unidad de control de bomba y unidad de control de motor). El número de revoluciones es regulado mediante la activación apropiada del elemento actuador.

Bomba de inyección rotativa de émbolos radiales

Esta bomba se caracteriza por utilizar émbolos radiales para generar presión. Pueden ser dos o cuatro émbolos radiales que son accionados por un anillo de levas. Una electroválvula de alta presión dosifica el caudal de inyección. El comienzo de la inyección se regula mediante el giro del anillo de levas, con el variador de avance. Igual que en la bomba de émbolo axial controlada por electroválvula, todas las señales de control y regulación se procesan en dos unidades de control electrónicas ECU (unidad de control de bomba y unidad de control de motor). Mediante la activación apropiada del elemento actuador se regula el número de revoluciones.

- **EDC para bombas de inyección individuales**

Bombas de inyección individuales PF

Estas bombas (aplicadas en motores pequeños, locomotoras diesel, motores navales y maquinaria de construcción) no tienen árbol de levas propio, pero corresponden sin embargo en su funcionamiento a la bomba de inyección en línea PE. En motores grandes, el regulador mecánico-hidráulico o electrónico esta adosado directamente al cuerpo del motor. La regulación del caudal determinada por el, se transmite mediante un varillaje integrado en el motor.

Las levas de accionamiento para las diversas bombas de inyección PF, se encuentran sobre el árbol de levas correspondiente al control de válvulas del motor. Por este motivo no es posible la variación del avance mediante un giro del árbol de levas. Aquí puede conseguirse un ángulo de variación de algunos grados mediante la regulación de un elemento intermedio (por ejemplo situando un balancín entre el árbol de levas y el impulsor de rodillo).
Las bombas de inyección individuales son apropiadas también para el funcionamiento con aceites pesados viscosos.

Unidad bomba-inyector UIS

La bomba de inyección y el inyector constituyen una unidad. Por cada cilindro del motor se monta una unidad en la culata que es accionada bien directamente mediante un propulsor, o indirectamente mediante un balancín, por parte del árbol de levas del motor.

Debido a la supresión de las tuberías de alta presión, es posible una presión de inyección esencialmente mayor (hasta 2000 bar) que en las bombas de inyección en línea y rotativas. Con esta elevada presión de inyección y mediante la regulación electrónica por campo característico del comienzo de inyección y de la duración de inyección (o caudal de inyección), es posible una reducción destacada de las emisiones contaminantes del motor diesel.

Unidad bomba-tubería-inyector UPS

Este sistema trabaja según el mismo procedimiento que la unidad de bomba-inyector. Se trata aquí de un sistema de inyección de alta presión estructurado modularmente. Contrariamente a la unidad bomba-inyector, el inyector y la bomba están unidos por una tubería corta de inyección. El sistema UPS dispone de una unidad de inyección por cada cilindro del motor, la cual es accionada por el árbol de levas del motor.

Una regulación electrónica por campo característico del comienzo de inyección y de la duración de inyección (o caudal de inyección) aporta una reducción destacada de las emisiones contaminantes del motor diesel. En combinación con la electroválvula de conmutación rápida, accionada electrónicamente, se determina la correspondiente característica de cada proceso de inyección en particular.

- **EDC para sistema de inyección de acumulador**

Common Rail CR

En la inyección de acumulador "Common Rail"[2] se realizan por separado la generación de presión y la inyección. La presión de inyección se genera independientemente del régimen del motor y del caudal de inyección y esta a disposición en el "Rail" (acumulador). El momento y el caudal de inyección se calculan en la unidad de control electrónica ECU y se realizan por el inyector en cada cilindro del motor, mediante el control de una electroválvula.

1.3. *ACTUADORES PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICOS DIESEL EDC CLASIFICADOS.*

Para cada uno de los sistemas de inyección electrónica diesel EDC clasificados se tienen determinados actuadores que intervienen en estos procesos como los indicados seguidamente:

1.3.1. Regulador del caudal

El regulador de caudal está constituido por una electroválvula solenoide proporcional que es controlada por una señal PWM[3] generada por el controlador, que dependiendo de la disponibilidad en la forma de controlar el caudal se tiene las siguientes aplicaciones:

---

[2] Este sistema de inyección es similar al JETRONIC de Bosch, es decir con un riel común de suministro de combustible para todos los inyectores.

[3] La señal PWM (Modulación en el ancho del pulso) utilizada para controlar al actuador, se caracteriza por que al aumentar el ancho de pulso en alto se entrega mayor cantidad de energía al actuador , generándose de esta manera un mayor desplazamiento del mismo.

- Posicionador rotativo en EDC VE
- Posicionador lineal en EDC Lineales.
- Solenoide lineal en PDL, PDE, COMMON RAIL, y VR.

1.3.2. Corrección electrónica de avance

La corrección electrónica de avance se la realiza por medio de una electroválvula o solenoide controlado por una señal PWM , teniendo las siguientes aplicaciones:

- Válvula pulsante VE.
- Solenoide lineal EV Bomba H.
- Solenoide lineal en PDL, PDE, COMMON RAIL y VR.

1.3.3. Regulación de los gases de escape EGR

La regulación de los gases de escape es realizado por un solenoide aplicado a una válvula controlada con una señal On-Off que es generada por el controlador, obteniéndose la siguiente aplicación

- Válvula solenoide.

1.4. *SENSORES PARA LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICOS DIESEL EDC CLASIFICADOS.*

De igual manera que para los actuadores de cada uno de los sistemas de inyección electrónica diesel EDC clasificados se tienen determinados sensores que intervienen en estos procesos como los indicados seguidamente

1.4.1. *De las RPM*

El sensor de las revoluciones del motor cumple un papel muy importante en el proceso de control del sistema de inyección electrónica diesel, ya que la eficiencia del motor está en función directa de las revoluciones y tanto en la dosificación del combustible como en el tiempo de inyección, para lo cual se tienen los siguientes tipos de sensores que cumplen con esta función:

- ***Inductivo.-*** *este sensor aplica el fenómeno físico de la inducción magnética, al variar la reluctancia por la ausencia y presencia de las ranuras existentes en el volante de inercia del motor, se genera una señal alterna proporcional al giro del motor, está constituido por dos terminales.*

- ***Hall.-*** *éste sensor consta de un material semiconductor que responde a la variación del flujo magnético al que se lo expone, entregando una señal digital, al ser expuesto a un campo magnético variable obtenemos una señal de onda cuadrada proporcional a la ausencia y presencia del magnetismo, este sensor se lo debe alimentar con una fuente externa, generalmente de 5 voltios para obtener una señal TTL que es utilizada por la mayoría de sistemas EDC, está constituido por tres terminales como son la alimentación del sensor (+5Vcd), negativo y la señal generada.*

1.4.2. *Posicionador de corredera de regulador (en VE)*

Este sensor indica la posición en el que se encuentra el regulador del caudal, el mismo que puede ser de dos tipos:

- **Tipo potenciométrico.-** consta de un elemento de resistencia con contacto móvil. Con una excitación de voltaje fijo, el voltaje de salida es una función específica de la posición del contacto (deslizante).

- **Tipo inductivo.-** emplea el movimiento para modificar la reluctancia de una trayectoria de flujo magnético, lo que a su vez produce un cambio en la autoinductancia o inductancia mutua que es posible traducir en un cambio en la salida eléctrica.

1.4.3. Posición varilla de regulación (En línea)

Este sensor indica la posición en el que se encuentra el regulador del caudal, para lo cual igual que en el caso anterior tenemos tipo potenciométrico e inductivo pero para bombas lineales.

1.4.4. Posición del acelerador potenciométrico.-

Este tipo de sensor esta basado en un potenciómetro, como se explicó anteriormente, el mismo que puede estar constituido por 3 o 4 terminales, con una alimentación del voltaje de referencia generalmente de +5Vcd. Éste sensor se encuentra localizado en el pedal del acelerador accionado por el conductor, eliminándose de esta manera el accionamiento mecánico[4].

1.4.5. De temperatura

La medición del nivel de temperatura es importante, ya que para la operación optima de los motores, el sistema de inyección electrónica diesel EDC debe monitorear constantemente para dosificar el combustible en los diferentes valores de temperatura, ya que no es siempre el mismo.

Los sensores de temperatura denominados RTD (de resistance temperature detectors) se elaboran con material conductor metálico, dependiendo de la función de transferencia temperatura–resistencia, se tienen dos tipos como son los PTC (Positive temperature coefficient) y los NTC (Negative temperature coefficient).

Para los sistemas EDC existen por lo general sensores de temperatura localizados estratégicamente para medir:

---

[4] Este tipo de sensor se encuentra generalmente en vehículos dotados con controladores totalmente electrónicos, eliminándose los accionamientos mecánicos al que normalmente se está acostumbrado, es decir se tienen elementos virtuales como es el caso del acelerador, embrague, freno, palanca de cambios, panel de instrumentos, etc.

- **Temperatura del Agua.-** este sensor se encuentra localizado en el sistema de refrigeración, adosado a una de las cañerías de conducción del agua.

- **Temperatura del Aire.-** este sensor se encuentra localizado a la entrada del aire seguidamente del depurador, adosado a una de las cañerías de conducción del aire.

1.4.6. De movimiento de la aguja de la tobera (Señal de comienzo de inyección)

Este sensor se basa en la inducción magnética generando un pico de tensión no mayores de 0.25 Volts.

1.4.7. Caudal de aire

El caudal de aire es un sensor importante, ya que indica la cantidad de aire aspirado por el motor, con esta información el sistema EDC dosifica el combustible para obtener una mezcla óptima, se tiene diferentes tipos de medidores como son:

- **Caudalímetros VAF.-** el sensor de caudal de aire tiene como función medir el volumen de aire aspirado por el motor, lo que determina su estado de carga. Cualquier modificación de la posición de la mariposa-sensor se transmite mecánicamente al potenciómetro, lo cual varía continuamente la tensión de la señal enviada al controlador.

- **Por hilo caliente MAF.-** el sensor de masa de aire, conocido también como flujómetro, puede utilizar como elemento de medición un hilo de platino calentado o una película caliente, lo cual, define el nombre. El sensor de hilo caliente mide la masa de aire directamente.

- **Sensor MAP.-** mide la depresión generada en el múltiple de admisión, utilizando un material piezoeléctrico como base para este sensor, su alimentación es de 5 voltios generándose a su salida una fluctuación de 0.25 a 4.5 voltios.

1.5. *EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO DIESEL EDC.*

Desde 1989, el sistema EDC se emplea en motores diesel para vehículos con inyección directa. Las presiones de inyección alcanzan 700 bares en la bomba y aproximadamente 1000 bar en el inyector.

Para minimizar el ruido se emplea un inyector con dos muelles conectados en línea.

Durante el inicio de la inyección, la aguja del inyector se abre solamente unas pocas centésimas de milímetro, de modo que en la cámara de combustión sólo penetra una parte mínima de la cantidad de combustible.

La sección de inyector completa sólo se abre en el proceso de inyección subsiguiente, inyectando la parte principal de la cantidad

de combustible. Con este procedimiento de inyección escalonada la combustión se realiza de forma mucho más suave y silenciosa.

La figura 1.1. indica los componentes de gestión electrónica generalizados : sensores, unidad electrónica y actuadores.
Las bombas de inyección incorporan válvulas electromagnéticas de alta presión que abren y cierran directamente la cámara de la bomba con lo que se consigue una dosificación de combustible más precisa y flexible.

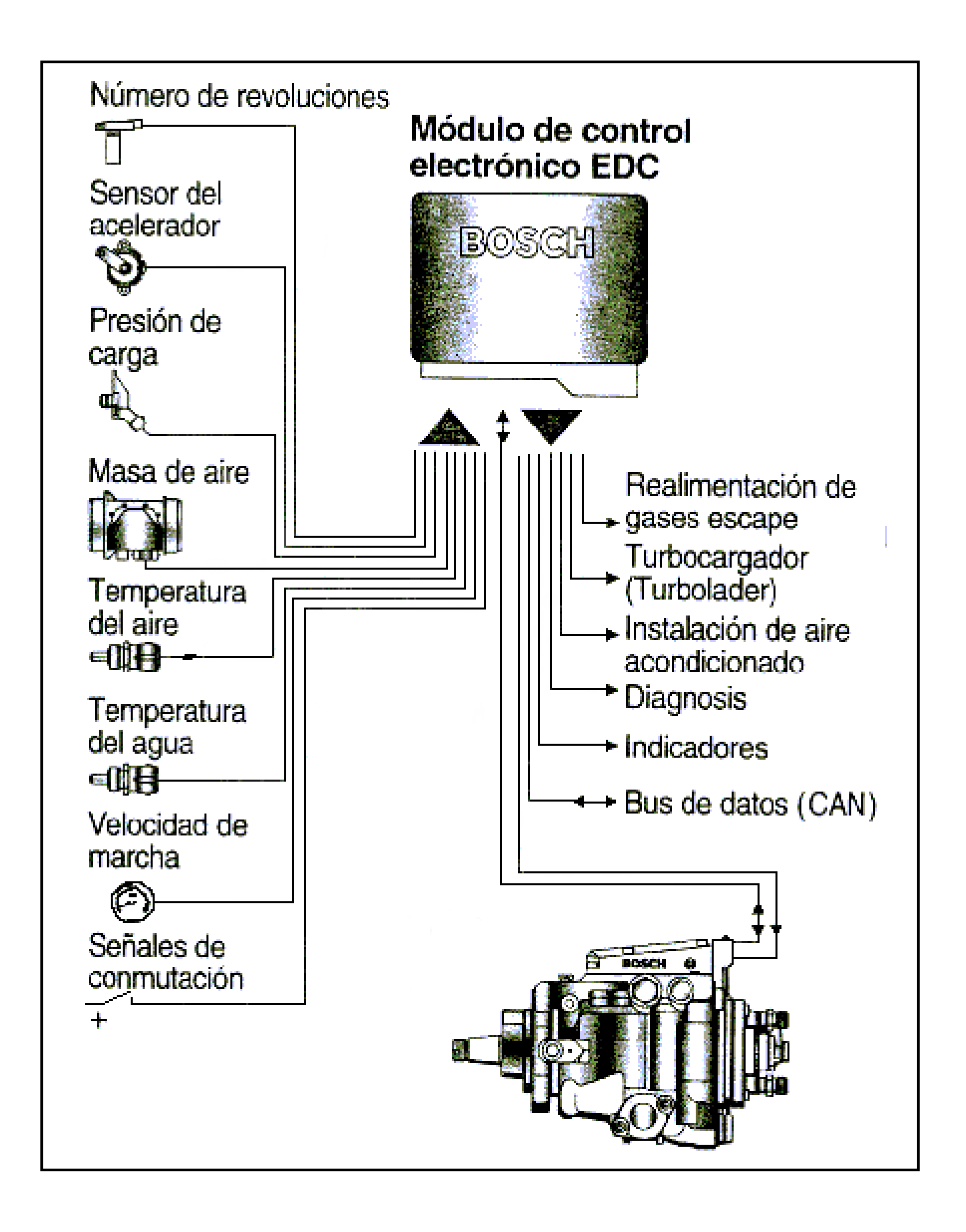


Figura1.1. Diagrama de un sistema de Control electrónico diesel EDC con sus componentes

La tendencia en motores Diesel ha sido la de ofrecer motores de inyección directa, controlados electrónicamente y turboalimentados (Figura 1.2.), con ello se ha conseguido una importante economía de consumo de combustible y un bajo nivel de emisiones.
Actualmente todos los fabricantes disponen en su oferta de motores con estas características.

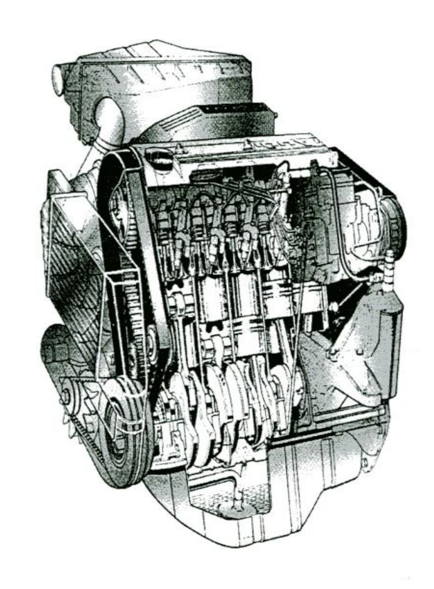


Figura 1.2. Motor Turbodiesel de Inyección Directa (TDI)

1.6. *EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.*

EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO dispone de los siguientes componentes:

- **Entradas**
- **Salidas**
- **Unidad de control.**

1.6.1. Entradas

Son señales que informan de diversas magnitudes de operación del motor de combustión diesel (temperatura, presión, posición cigüeñal, acelerador, revoluciones etc.).

El sistema monitorea una serie de variables que se detallan a continuación:

- Posición del regulador de la bomba de inyección.
- Sensor de posición de la aguja del inyector.
- Posición del cigüeñal (PMS).
- Temperatura del combustible.
- Temperatura del agua del motor.
- Temperatura del aire exterior
- Temperatura del aire a la entrada del motor.
- Presión barométrica.
- Presión de carga (turbo).
- Posición del pedal del acelerador (potenciómetro).
- Interruptor de ralentí.
- Interruptor del pedal del freno.
- Masa de aire aspirada por el motor.
- Velocidad del vehículo.
- Capacidad de carga del alternador.
- Voltaje de batería

1.6.2. Salidas

Los datos de entradas, se procesan en la CPU del sistema, dando unas salidas a los actuadores y a otras informaciones:

- Actuadores del regulador de la bomba de inyección.
- Válvula electromagnética reguladora del avance de la inyección.

- Válvula electromagnética de paro.
- Válvula electromagnética reguladora de la presión del cargador.
- Válvula electromagnética de la tasa de recirculación de gases.
- Relé para bujías de agua de refrigeración motor.
- Testigo del cuadro de instrumentos.
- Señal de autodiagnóstico.

1.6.3. Unidad central de procesos

La unidad central de procesos dispone de dos procesadores que intervienen en el procesamiento mutuo de la información, y un tercero para la gestión de ellos, para una mejor seguridad del correcto funcionamiento del sistema.

Disponen también de dos memorias de acceso aleatorio, más una fija, en la que se dispone el programa principal de gestión del motor, todo ello debido a la gran cantidad de datos que manipula.

Las dos memorias de acceso aleatorio contienen los mapas básicos del funcionamiento del motor, distintos para cada aplicación. Estos mapas pueden ser simplemente constantes, bidireccionales o tridimensionales.

1.7. ESPECIFICACIONES DE OPERACIÓN DEL EDC PROPUESTO

El sistema de control electrónico diesel (EDC) propuesto está constituido por un sistema de control denominado TICS.

El sistema TICS (Time Inyection Control System) indica la posición objetivo de la pre-carrera (Inicio de la inyección estática) de acuerdo con la condición de carga del motor, que es medida por la posición de la cremallera y las revoluciones del motor con ajustes basados en todas las señales de los sensores. El sistema detecta la posición actual de la pre-carrera y retroalimenta al actuador de pre-carrera para alcanzar su posición objetivo como lo indica la Figura 1.3. Esto permite elevadas relaciones de inyección en las gamas de bajas y medias velocidades, con un intervalo corto de inyección, contribuyendo así a producir esfuerzos de torsión más elevados y emisiones limpias, mejorando el funcionamiento de los vehículos diesel de inyección directa.

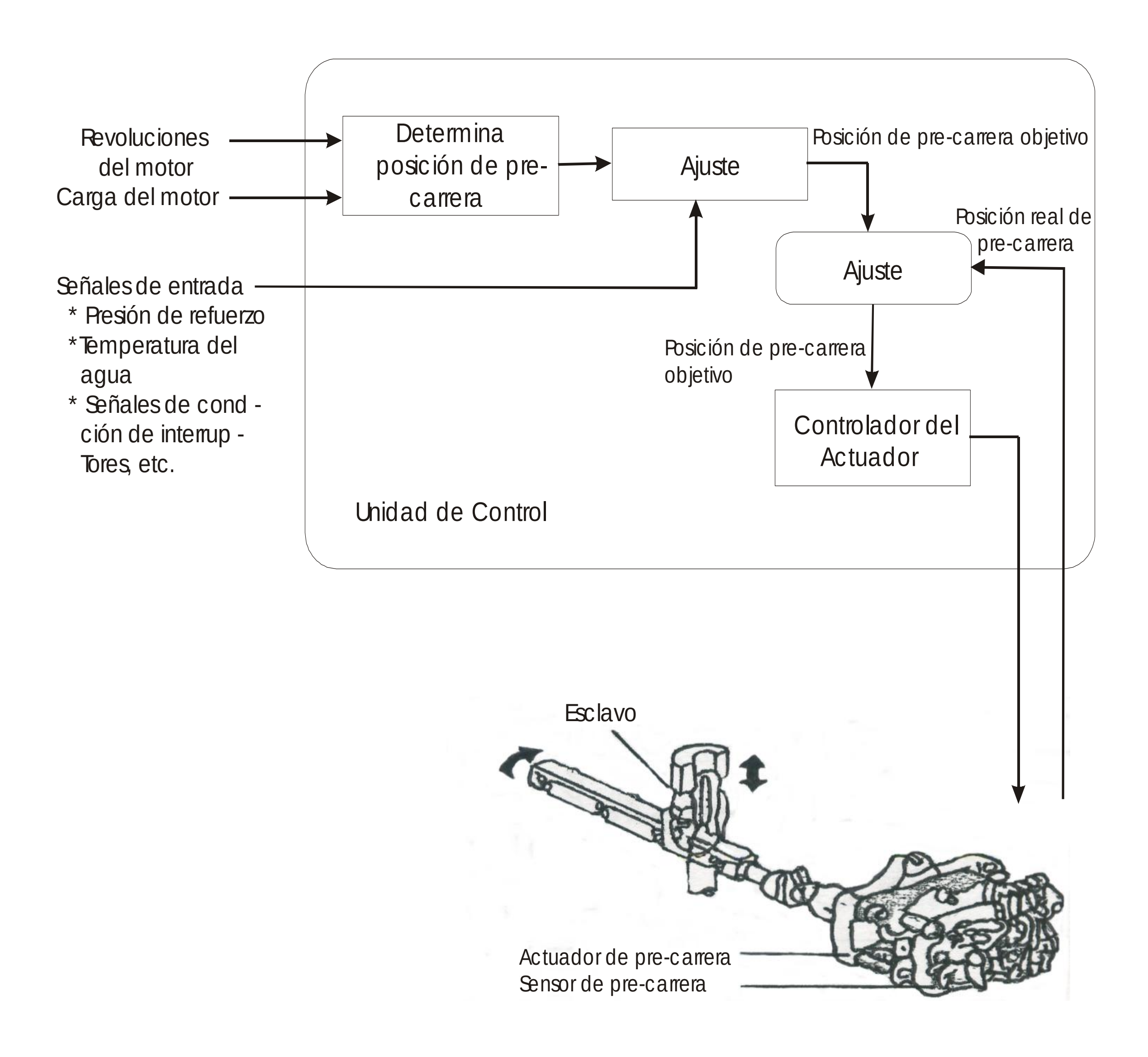


Figura 1.3 Sistema de control de laso cerrado del sistema EDC propuesto con todos sus componentes

En el motor 6HE1-TC se encuentran adosados los sensores y actuadores necesarios para gestionar su funcionamiento optimo, en la Figura 1.4 se indica su localización.

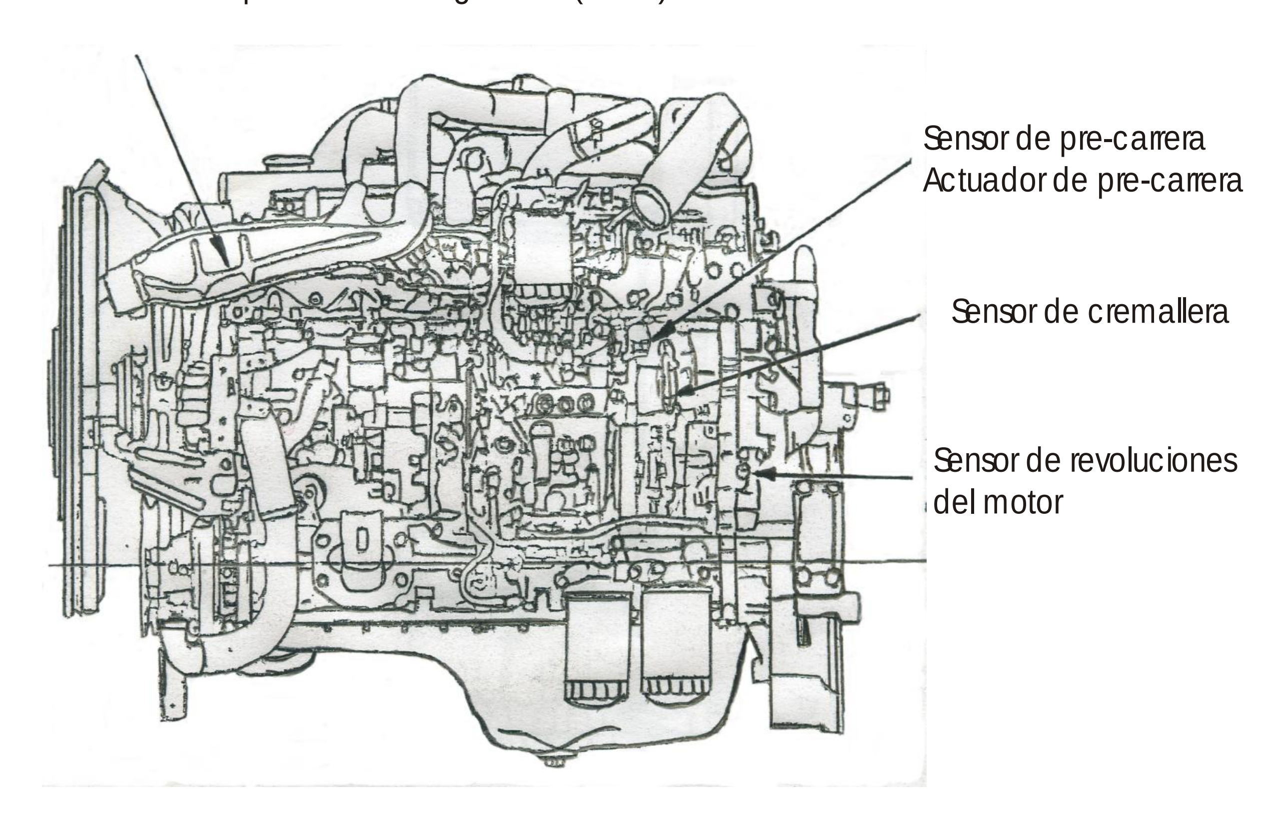


Figura 1.4 Localización de sensores y actuadores sobre el motor

1.8. DETALLE ESPECIFICO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DIESEL PROPUESTO

El sistema del control electrónico diesel esta basado en una bomba de inyección lineal con un control electrónico, conjuntamente con varios sensores y actuadores lográndose de esta manera una desempeño óptimo del motor.

1.8.1. Sensores

Es un dispositivo de entrada que convierte un tipo de energía en otro. Como la computadora solamente puede leer señales de voltaje, un sensor de información tiene que convertir el movimiento, la presión, la temperatura y otras formas de energía a voltaje. Los sensores de los automóviles vienen en diferentes formas, como interruptores, transformadores, resistencias y generadores.

Los sensores monitorean diferentes condiciones de operación del motor tales como flujo de aire, masa de aire, temperatura del aire, temperatura del anticongelante, posición de la mariposa, etc. Y transmiten esta información a la computadora en forma de señales de bajo voltaje.

Algunos sensores de información son simplemente interruptores digitales, es decir son dispositivos de “encendido – apagado”. Ellos no envían ninguna señal a la computadora hasta que se excede cierto acceso de temperatura del anticongelante o de la mariposa, etc.

Los sensores pueden ser resistencias variables. Una resistencia variable puede enviar una señal analógica proporcional a la temperatura, presión, movimiento u otras variables.

Una resistencia, sin embargo, no puede generar su propio voltaje. Solamente puede modificar el voltaje aplicado a ella.

En consecuencia, los sensores de los automóviles deben operar con un voltaje de referencia de la computadora. Este es un voltaje fijo que la computadora aplica al sensor.

La mayoría de los sistemas de control de motores trabajan con un voltaje de referencia de cinco voltios. La computadora envía un voltaje de referencia al sensor. A medida que la resistencia del sensor varía, también lo hace el voltaje de retorno.

El sistema de inyección diesel propuesto consta de los siguientes sensores:

- Sensor de temperatura de refrigerante
- Sensor de posición de la cremallera de aceleración
- Sensor de la pre-carrera
- Sensor de la revoluciones del motor

1.8.1.1. *Sensor de temperatura del motor*

El sensor de temperatura de este sistema tiene una función de transferencia no lineal con coeficiente negativo es decir una termistancia con coeficiente negativo (NTC).

La Figura 1.5 muestra al sensor de temperatura doble del refrigerante, que consta de la termistancia para el sistema de inyección electrónica diesel y para el panel de instrumentos, en forma independiente encapsulado en un solo elemento.



Figura 1.5 Sensor de temperatura del sistema EDC doble

La Figura 1.6 representa la función de transferencia temperatura vs. resistencia del sensor de temperatura del refrigerante.

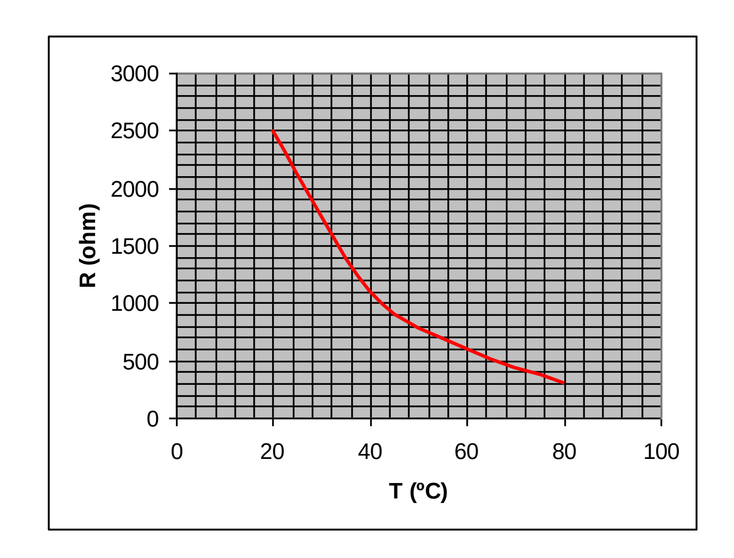


Figura 1.6 Función de transferencia del sensor de temperatura (NTC)

La Figura 1.7 representa la función de transferencia temperatura vs. voltaje de ingreso a la ECU del sensor de temperatura del refrigerante .

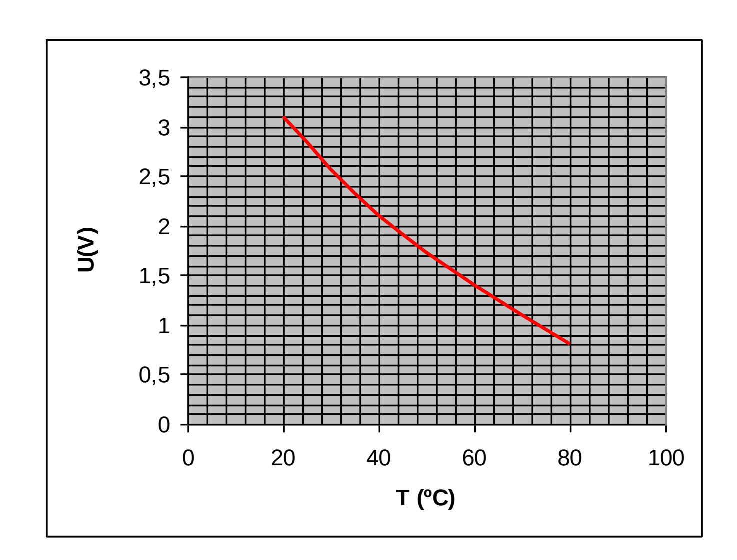


Figura 1.7 Función de transferencia del sensor de temperatura

1.8.1.2. *Sensor de la cremallera*

El sensor de la cremallera es el encargado de generar información sobre la carga del motor para la ECU, se trata de un transductor inductivo de reluctancia variable que nos entrega una señal acondicionada de voltaje continuo proporcional a la posición de la cremallera accionado por el controlador de velocidad.

La figura 1.8 nos muestra la forma física del sensor de la cremallera, que va adosado en la parte posterior de la bomba de inyección.



Figura 1.8 Sensor de la cremallera

La Figura 1.9 representa la función de transferencia posición de la cremallera vs. voltaje de ingreso a la ECU del sensor de la cremallera.

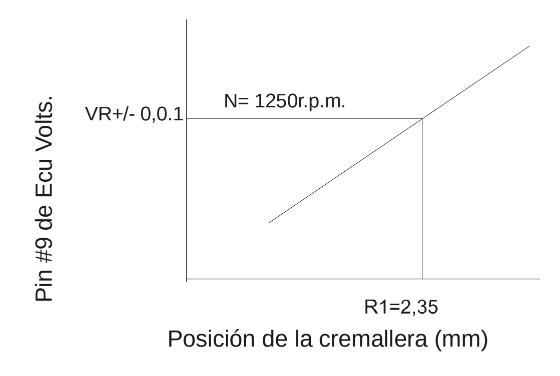


Figura 1.9 Función de transferencia del sensor de la cremallera, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento0 & CET de la GM Ecuador

Tabla 1.4 Valor del VR dependiendo del número de la unidad de control dado por el fabricante, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento0 & CET de la GM Ecuador

VR	No. de parte unidad de control
2V	407912-1742
	105782-6320
3V	407910-3032
	407910-6010
	407910-7210

1.8.1.3. *Sensor de la pre-carrera*

Para saber que posición ocupa la pre-carrera que es accionada por el servomotor, existe un "sensor de posición". Este sensor informa en todo momento a la ECU de la posición de la pre-carrera mediante una señal eléctrica. La ECU compara esta señal con un valor teórico que tiene en memoria y si no coincide manda señales eléctricas al servomotor para posicionar la pre-carrera hasta que la señal del sensor coincida con el valor teórico de la ECU.

Este sensor es del tipo inductivo sin contactos, conocido como HDK o anillo semidiferencial. Esta constituido por una bobina circundada por un núcleo de hierro móvil, que se encuentra unido al eje del servomotor (actuador).

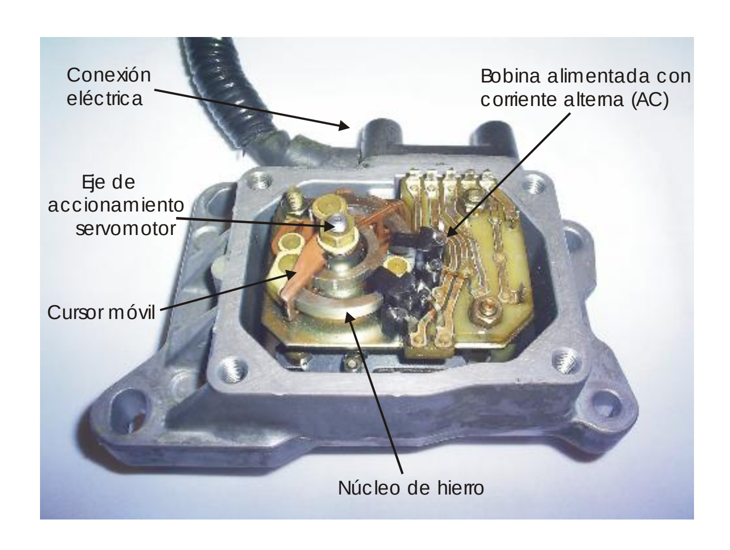


Figura 1.10 Sensor de la pre-carrera localizado en la parte posterior de la bomba

1.8.1.4. *Sensor de las revoluciones del motor*

El régimen del motor es medido por el sensor de las revoluciones, que es el encargado de informar a la ECU constantemente con una señal pulsante variante en el tiempo en forma proporcional a la velocidad angular del volante dentado generándose de esta manera una variación de la reluctancia en el núcleo magnético del sensor del tipo inductivo colocado en forma fija en la parte posterior del motor.

El paso constante de la corona frente al sensor originará una tensión, que se verá interrumpida cuando se encuentre en la zona sin los dientes, esto genera una señal que la UC utiliza para contar las RPM como lo indica la Figura 1.11.

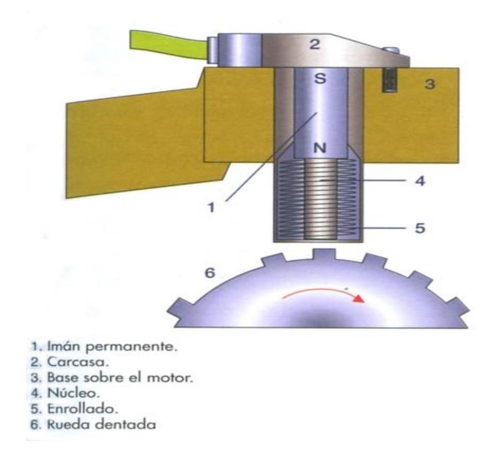


Figura 1.11 Sensor de las revoluciones del motor

1.8.2. Computadora

En la unidad de mando electrónica, se analizan las señales suministradas por los sensores e interruptores y a partir de ellas se generan los impulsos de mandos correspondientes para los diferentes actuadores.

La industria automotriz se ha preocupado en desarrollar motores que tengan un mayor rendimiento y que emitan menos contaminantes vehiculares, en la actualidad se realiza mediante **Sistemas de control electrónico diesel (EDC)**

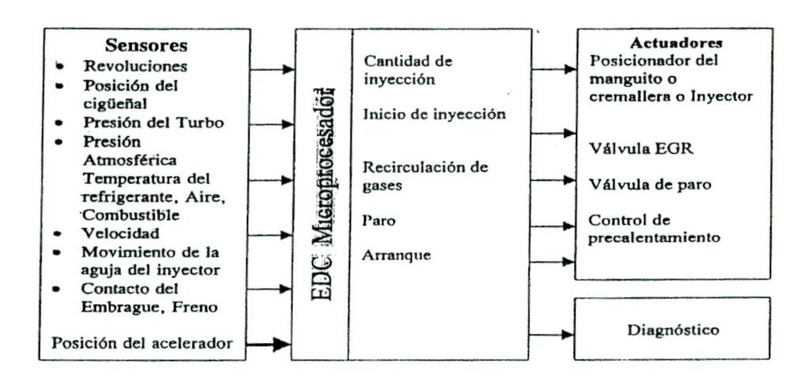


Figura 1.12 Diagrama de un sistema de control electrónico diesel

1.8.2.1. Principios de funcionamiento de la Unidad de Control

En este tipo de sistemas se encuentran una cantidad de componentes encargados de monitorear diferentes parámetros de funcionamiento del motor, los cuales informan a una unidad electrónica de control (ECU) o computadora para que en función de esta información, se definan parámetros de control al ser procesada en sus circuitos internos.

Esta unidad de control (ECU) dará las órdenes del caso para controlar el volumen de inyección, el avance de la inyección, duración de la inyección, el control del ralentí, y los dispositivos de control de emisiones.

Estos dispositivos encargados de cumplir los lineamientos calculados en la unidad de control se denominan actuadores y a la orden que los activa, señal de salida.

Una computadora automotriz, solamente corre programas, recibe la información de varios sensores, realiza cálculos básicos y controla actuadores basado en instrucciones preprogramadas.

Un computador procesa una sola información a la vez, sin embargo, puede procesar arriba de **8 millones de instrucciones en un segundo,** con esta velocidad de proceso, la ECU puede mantener las mejores condiciones de trabajo del motor.

Esta computadora es capaz de efectuar operaciones de diagnostico del sistema, reconocer los problemas y reportándolos (dando aviso) inmediatamente para su conocimiento al conductor del vehículo.

Entre las funciones que realiza la ECU, se tienen las siguientes:

- **Regulador de voltaje:** reduce el voltaje de entrada a la computadora (+24Vcd) y lo mantiene a un nivel preciso (+5Vcd) tanto para alimentar sus componentes internos como externos (sensores y/o algunos actuadores).



Figura 1.13 Regulador de voltaje que mantiene +5 Vcd para alimentar al ECM y algunos sensores y actuadores

- **Reloj:** generador que produce pulsos estables de 1 BIT de longitud. Este pulso constante sirve como una señal de referencia con la cual se comparan otras señales.

- **Convertidor analógico:** convierte la señal de voltaje analógico de los sensores a la forma digital que el microprocesador puede manejar (interfase de entrada)

- **Convertidor digital:** convierte las señales de salida digital de la computadora en voltaje analógico para hacer funcionar los actuadores (interfase de salida).

- **Microprocesador:** es un circuito integrado de alta escala de integración (LSI), comandado por un programa, y que es capaz de constituirse en una unidad central de control y tratamiento de un sistema más complejo, en general de un computador.

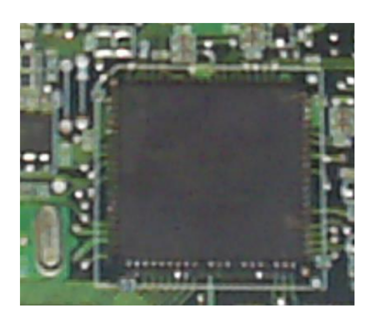


Figura 1.14 Microprocesador utilizado el la unidad de control (ECM) de nuestra aplicación fabricado por la NEC con número de parte D78P334LQ(A)

- **Memoria:** circuito integrado digital que permite el almacenamiento de información binaria que usa el microprocesador.

La unidad de control necesita de un programa para poder realizar los cálculos, estos programas son almacenados en **memorias**, y en aplicaciones automotrices, son las que darán a la ECU las características del sistema en el cual estará funcionando.

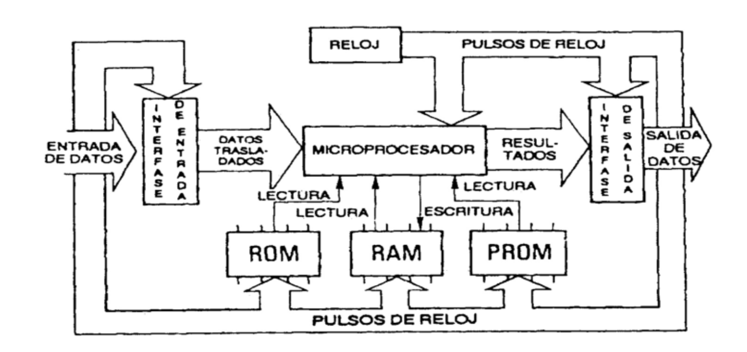


Figura 1.15 Diagrama funcional de las memorias

Las memorias son fabricadas en un elemento llamado **circuito Integrado o CHIP.** Existen varias clases de memoria en las computadoras automotrices:

- **Memoria de acceso aleatorio (RAM)**

  Este tipo de memoria permite a la ECU almacenar datos temporales hasta que sean ocupados por el programa para algún propósito. La ECU podrá almacenar y obtener información en un momento dado. Estos datos vienen de los sensores de entrada y los interruptores.

- **Memoria de solo lectura (ROM)**

  Este tipo de memoria es de almacenamiento permanente, por lo tanto aquí está grabado el programa que controla el microprocesador. Está información está programada de fábrica en la computadora basándose en la marca y en modelo del vehículo.

- **Memoria programada solo de lectura (PROM)**

  Esta información es también permanente y esta programada de fabrica en la computadora. Los datos son específicos para el tamaño del motor, tipo de transmisión, sistema de combustible, turbo o no turbo, relación de cambios y una variedad de otras opciones.
  Aunque es raro que falle la PROM (o unidad de calibración), se puede reemplazar en muchas computadoras. Si se requiere del reemplazo de la computadora la PROM se retira de la computadora usada y se instala en la computadora nueva. Los datos almacenados en la PROM permanecen durante el reemplazo de la computadora.

- **Memoria de conservación (KAM)**

  Una cantidad de ubicaciones energizadas por la batería en la computadora le permite almacenar fallas de entrada durante la operación normal. Estas se pueden acceder en el modo de autodiagnóstico por el técnico para el diagnostico.

  La KAM es también el sistema que adapta datos de calibración para compensar los cambios en el sistema del vehículo debido al desgaste y deterioro normal.

- **Potencia de conservación (KAPWR)**

La batería suministra a la computadora potencia de conservación. Esto permite que la computadora retenga información de servicio en la memoria, aun después que se apague la llave del encendido.

- **Transistores de potencia:** arreglo de elementos semiconductores de salida de la computadora para controlar los actuadores.



Figura 1.16 Transistores de potencia utilizado para controlar los actuadores del sistema EDC propuesto

- **Circuito impreso:** tablilla de fibra con circuitería eléctrica impresa que conecta los diversos componentes que conforman el controlador.

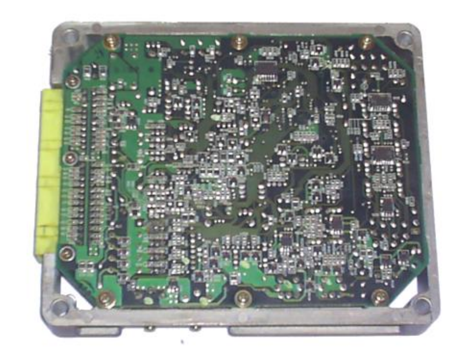


Figura 1.17 Circuito impreso del controlador

- **Compartimiento:** caja que contiene y protege los componentes de la computadora contra daños e interferencia eléctrica externas, que generalmente están construidas en metal.



Figura 1.18 Compartimiento metálico

- **Conector múltiple:** conector eléctrico de multiterminales que conecta la computadora a un arnés, que seguidamente conecta a los diversos elementos que conforman el sistema EDC.



Figura 1.19 Conector múltiple

1.8.3. Actuadores

Dispositivos de salida que convierten las señales eléctricas que llegan de la ECU en acciones y respuestas de tipo robótica, como es el caso de simples solenoides, motores paso a paso, electro válvulas, este es el caso de los actuadores utilizados en el sistema EDC propuesto.

La bomba electrónica regula el tiempo de inyección en los cilindros por medio de un motor de calado o "servomotor", situado en la parte posterior de la bomba.

Este motor esta controlado electrónicamente por medio de la unidad de control ECU que lo hace girar, moviendo mediante su eje una pieza excéntrica que convierte el movimiento giratorio del motor en un movimiento lineal para desplazar la "corredera de variación del tiempo de inyección”

Cuanto mayor sea la distancia "**D**" mayor será el tiempo de adelanto en grados a inyectar en los cilindros. En la figura 1.20 se muestra la "corredera de variación del tiempo de inyección"

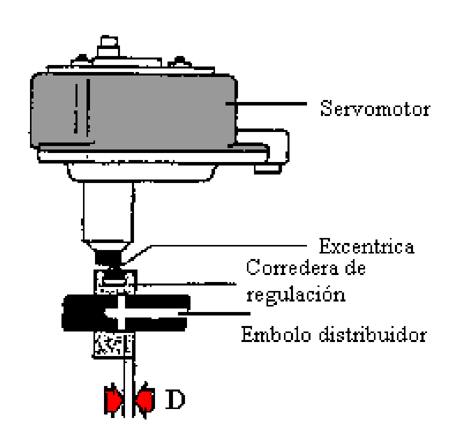


Figura 1.20 Servomotor de posicionamiento de la corredera de variación de tiempo de inyección

La figura 1.21 se indica la forma física del servo motor montado en la parte posterior de la bomba de inyección.

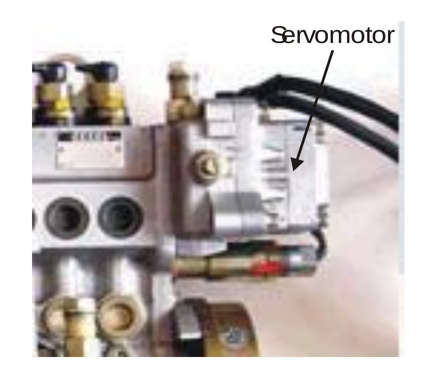


Figura 1.21 Localización del servomotor sobre la bomba de inyección

1.9. VALORES DE OPERACIÓN

Tabla 1.5 Punto de ajuste de la pre-carrera, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento0 & CET de la GM Ecuador

	Pre-carrera
Punto de ajuste “_”	3.1+/- 0,05mm
Punto de ajuste Z	5,0 +/- 0,03mm

Tabla 1.6 Ajuste de la rata de variación de la cantidad de inyección, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento0 & CET de la GM Ecuador

Punto de ajuste	Posición de Cremallera (mm)	Velocidad de la bomba (r/min)	Cantidad de Inyección (cm^3/1000golpes)	Máx. variación Mejora cilindro (%)	Fijo	Observación
-	14,4	750	120 +/- 1,6	+/- 2,5	Cremallera	Básico
Z	Aprox. 9,0	425	19 +/-	+/- 14	Cremallera	Ajuste la cantidad de inyección a N=425 Ajuste el gobernador según especificaciones

Tabla 1.7 Tiempo de inyección, datos tomados del manual proporcionado por el Centro de Entrenamiento0 & CET de la GM Ecuador

Pre-carrera	Control eléctrico
Orden de inyección e intervalo	1-5-3-6-2-4 (60° +/- 30’) Los émbolos son numerados desde el lado del gobernador
Holgura de las válvulas	Gire manualmente el árbol de levas varias veces para asegurarse que gira suavemente.

Tabla 1.8 Número de bomba

Número de conjunto bomba de Inyección		
No. ISUZU	No. ZEXEL	Observaciones
8-94390-6180	107692-1250	

Tabla 1.9 Volumen de inyección y rendimiento del gobernador

Volumen de Inyección						
Punto de ajuste	Posición de cremallera (mm)	Velocidad de la bomba (r/min)	Cantidad de Inyección (cm^3/1000golpes)	Máx. variación Mejor cilindro (%)	Fijo	Observaciones
A	R1(14,4)	750	120+/-1		Palanca	Básico Sobre presión Kpa(mmHg) Sobre 51,3 (sobre 460)
B	R1+2,65	1250	135		Palanca	Sobre presión Kpa(mmHg) Sobre 61,3 (sobre 460)
C	R1-3,4	550	63		Palanca	Sobre presión 0
I	Aprox. R1+0,25	150	130		Palanca	Sobre presión 0

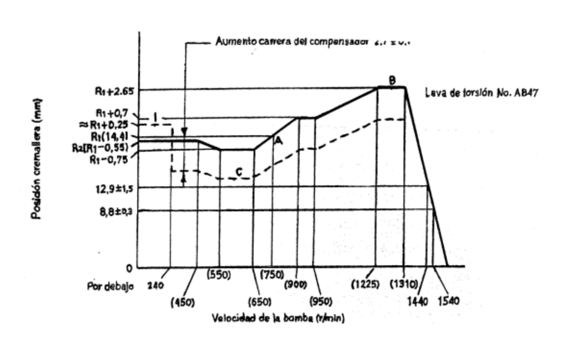


Figura 1.22 Volumen de inyección y rendimiento del gobernador

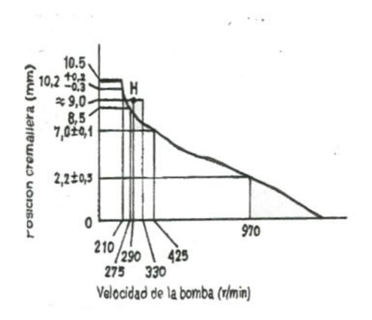


Figura 1.23 Ajuste de mínima

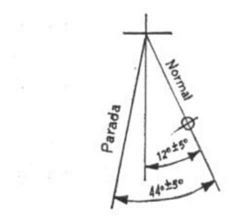


Figura 1.24 Angulo de la palanca de parada

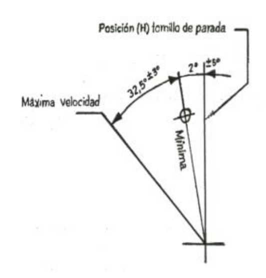


Figura 1.25 Angulo palanca de control de velocidad

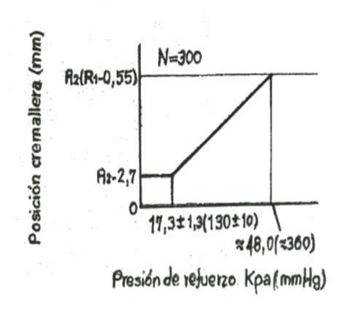
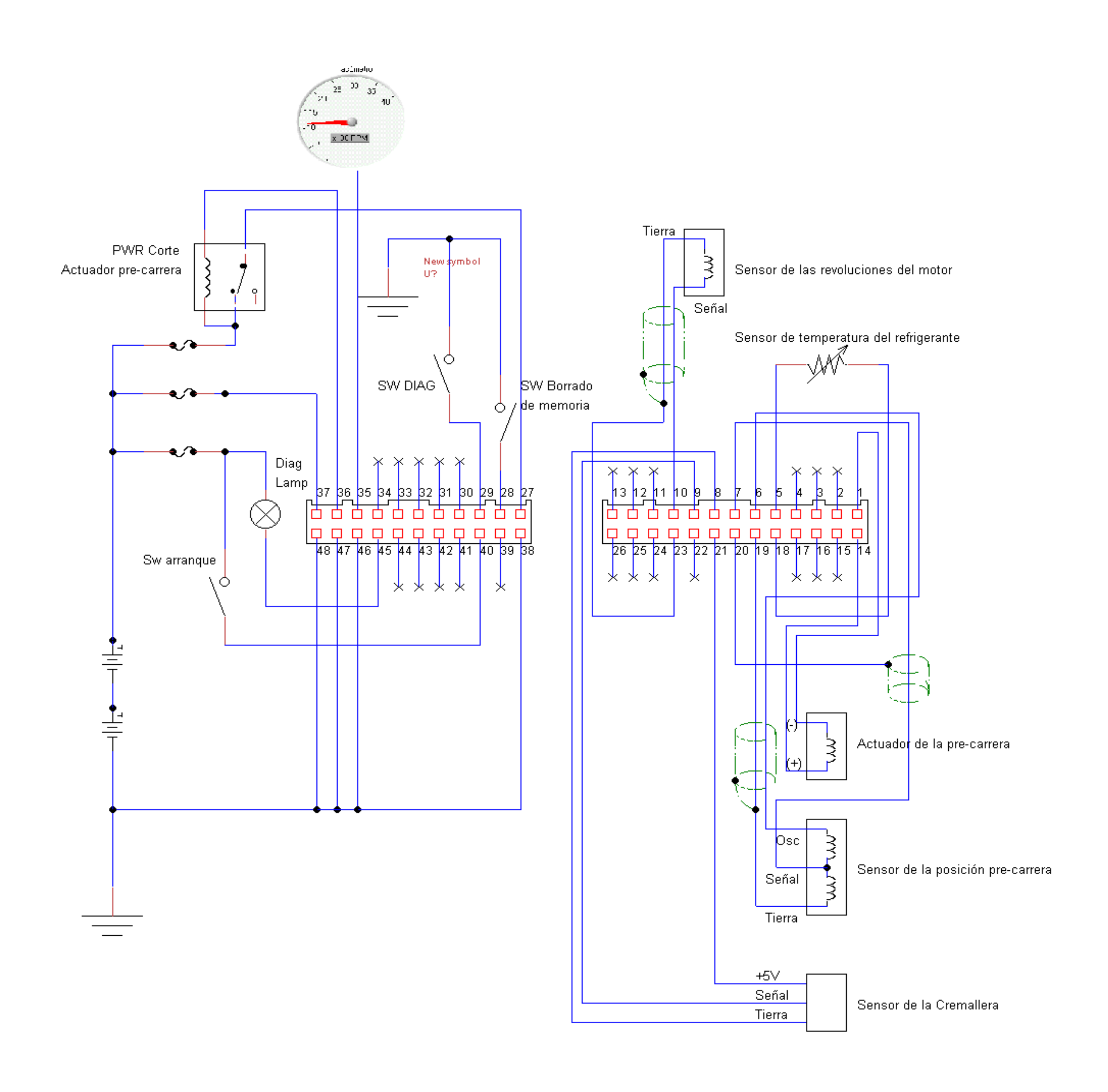


Figura 1.26 Ajuste refuerzo compensador

1.10. DIAGRAMA DE INSTALACIÓN



Title Diagrama de cicuito de la ECU		
Author Santiago Barona ESPE		
File C:\Mis documentos\isuzu.dsn		Document 1
Revision 1.0	Date 16/11/2005	Sheets 1 of 1

Figura 1.27 Diagrama de instalación de los sensores y actuadores del sistema EDC

1.11. CONECTOR DE DIAGNÓSTICO

El conector de diagnóstico se encuentra localizado en la parte inferior izquierda del panel de instrumentos, por el cuál se puede realizar la lectura de los códigos de error de la posible o posibles fallas.

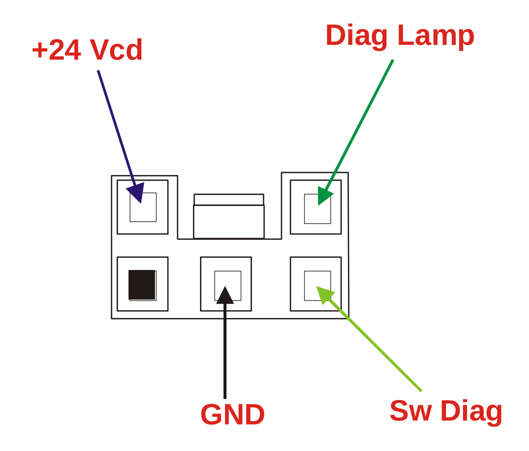


Figura 1.28 Conector de diagnóstico

1.12. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación puede dividirse en dos partes fundamentales:

a) Circuito de alta presión, cuya misión es la de enviar el combustible a una determinada presión, suficiente para ser introducido en la cámara de combustión.

b) Circuito de baja presión, que tiene la misión de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección.

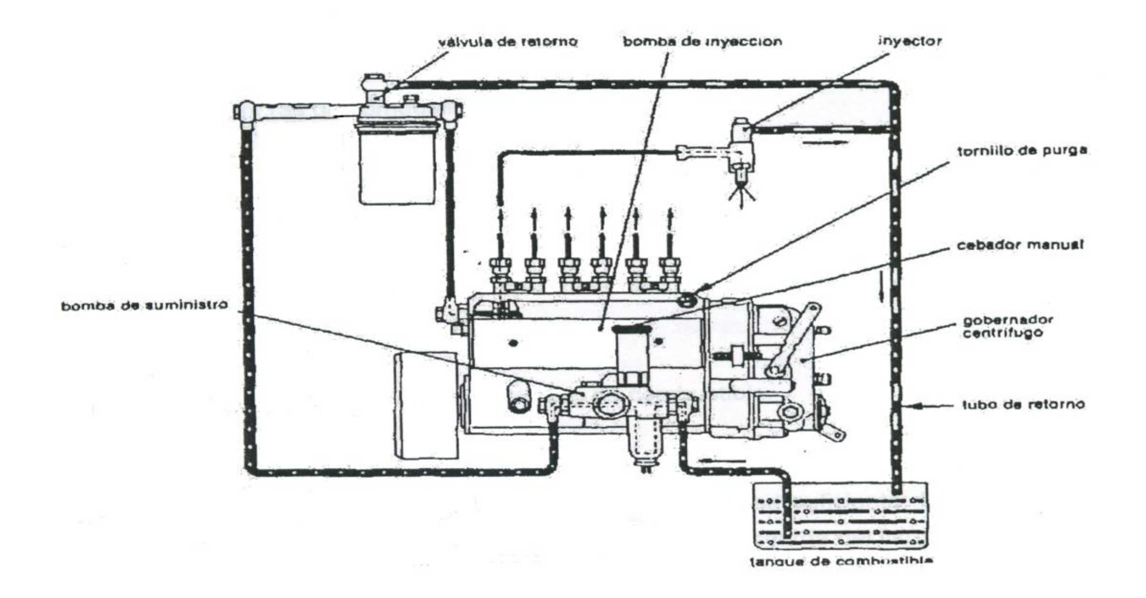
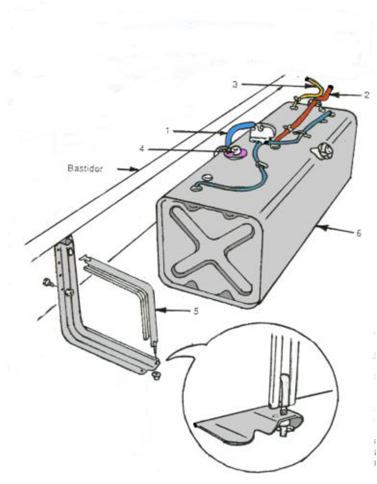


Figura 1.29 Subsistema de alimentación

En la Figura 1.29 se aprecia estos dos circuitos, formado por los siguientes componentes:

1. Un tanque para el combustible Diesel



1. Manguera de evaporación de combustible
2. Manguera de alimentación de combustible
3. |Manguera de retorno de combustible
4. Conector unidad de medición de combustible
5. Banda de sujeción

Figura 1.30 Tanque de combustible

2. Una bomba elevadora o de suministro de combustible, para abastecer al sistema desde el tanque.

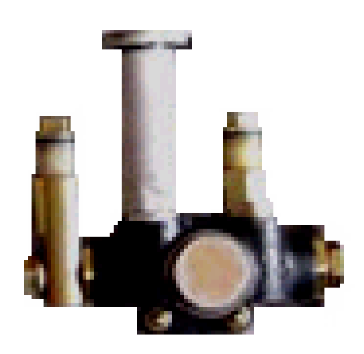


Figura 1.31 Bomba de suministro desde el tanque hacia la bomba

3. Filtro de combustible, que retienen partículas diminutas en el combustible.

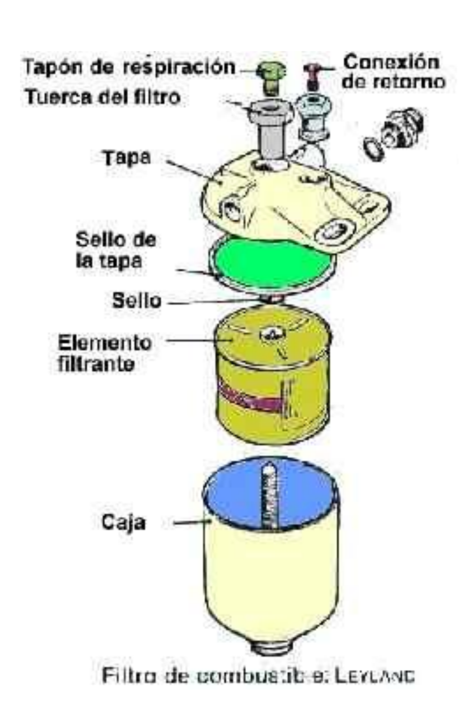


Figura 1.32 Filtro de combustible

4. Bomba de inyección, que entrega una cantidad exacta de combustible a alta presión en cada inyector en el momento preciso.

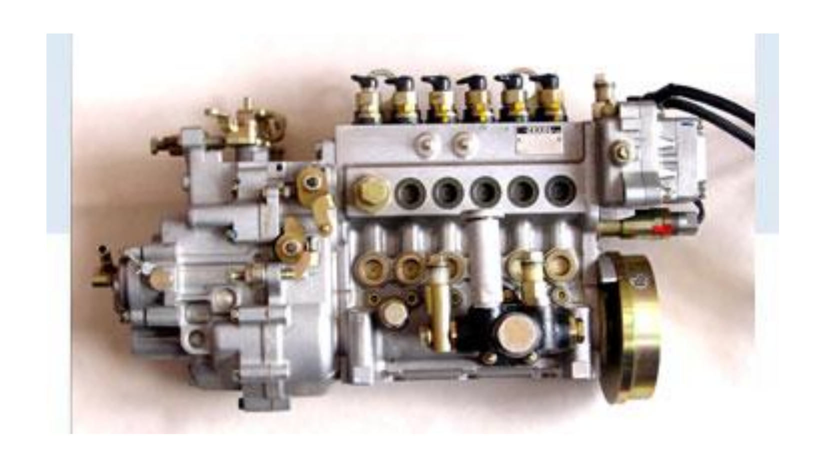


Figura 1.33 Bomba de inyección

5. Inyectores, uno para cada cilindro, que atomizan combustible en las cámaras de combustión.

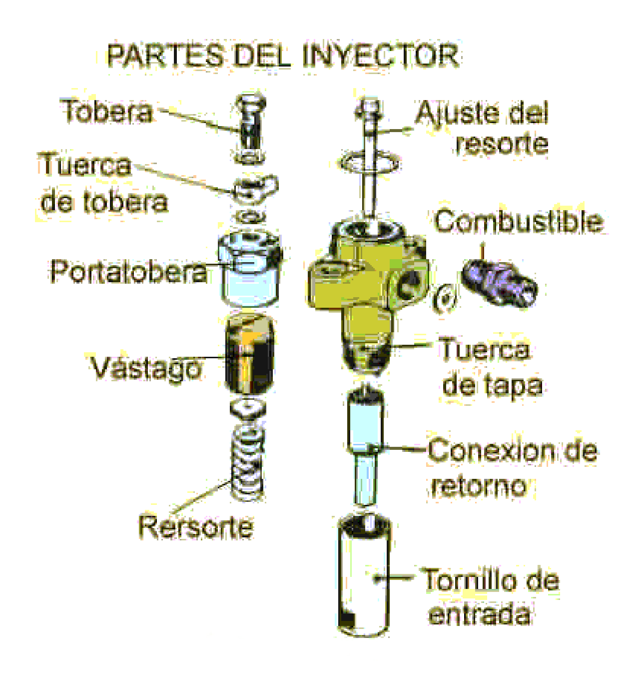


Figura 1.34 Partes del inyector

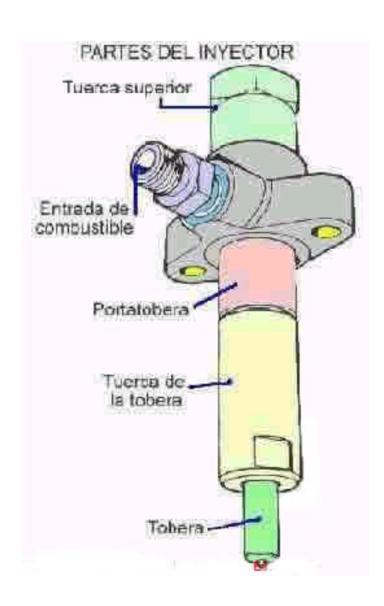


Figura 1.35 Inyector

6. Mecanismo automático que permite controlar la cantidad de combustible entregado a los inyectores y de esta manera controlar el motor.



Figura 1.36 Regulador de combustible

7. Gobernador (regulador) para controlar la velocidad del motor de acuerdo a las condiciones de carga.

8. Tubos de retorno para el exceso de combustible.

1.13. SUBSISTEMA DE INGRESO DE AIRE

El subsistema de ingreso de aire consta de los siguientes elementos:

- El compartimiento para alojar al filtro de aire
- El filtro de aire
- El turbo alimentador
- El múltiple de admisión
- El múltiple de escape
- Sistema de lubricación para el turbo alimentador
- Los conductos de comunicación entre los diferentes puntos

Todos estos elementos podemos observar en la figura 1.37

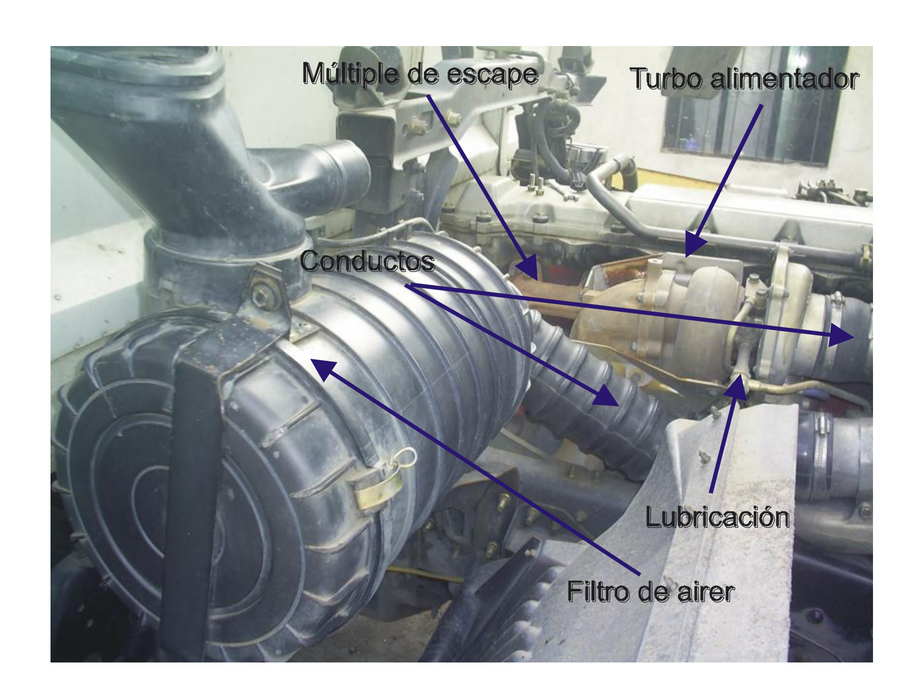


Figura 1.37 Subsistema de alimentación de aire

1.14. SUBSISTEMA DE DIAGNOSTICO

1.14.1. Diagnóstico – Códigos

El sistema de mando del motor lleva un sistema de diagnóstico incorporado donde, con la ayuda de la sección electrónica, hay posibilidades de detectar y buscar posibles fallas.

Si aparece una falla en uno o varios componentes, incluidos en el sistema de mando del motor, queda registrada y almacenada en la unidad de mando mediante un código de falla. Al mismo tiempo empieza a parpadear el testigo de diagnóstico en el panel de instrumentos

Se debe tomar nota del Código de Diagnóstico de Problema presente (DTC) durante el diagnóstico, especialmente cuando hay DTC'S múltiples presentes.

Aunque los DTC pueden borrarse, se debe diagnosticar el área relacionada con el sistema. Por que el DTC indica que hay o hubo alguna falla y la falla puede volver a aparecer.

1.14.2. Cómo leer los DTC

Tres diferentes dígitos destellando indican que el número del código se compone de tres dígitos, dos diferentes dígitos indican que el número del código se compone de dos dígitos en orden. Se tiene que identificar el DTC con el número destellando.
Cuando existen múltiples DTC'S, el mismo DTC se repite tres veces y luego cambia al próximo DTC.

(Ejemplo) Caso del código 42.

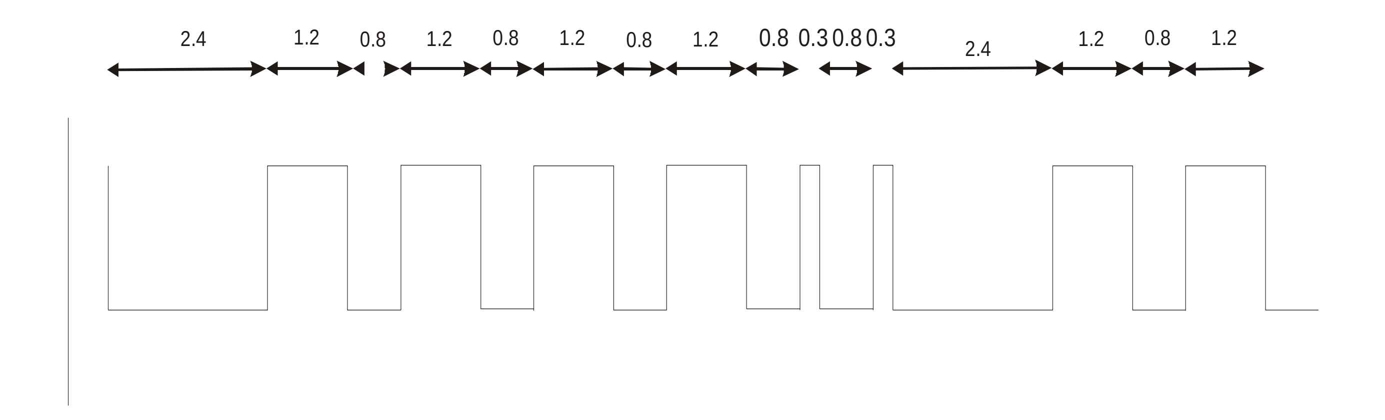


Figura 1.38 Lectura de códigos de 2 dígitos

(Ejemplo) Caso de un código de tres dígitos DTC 242

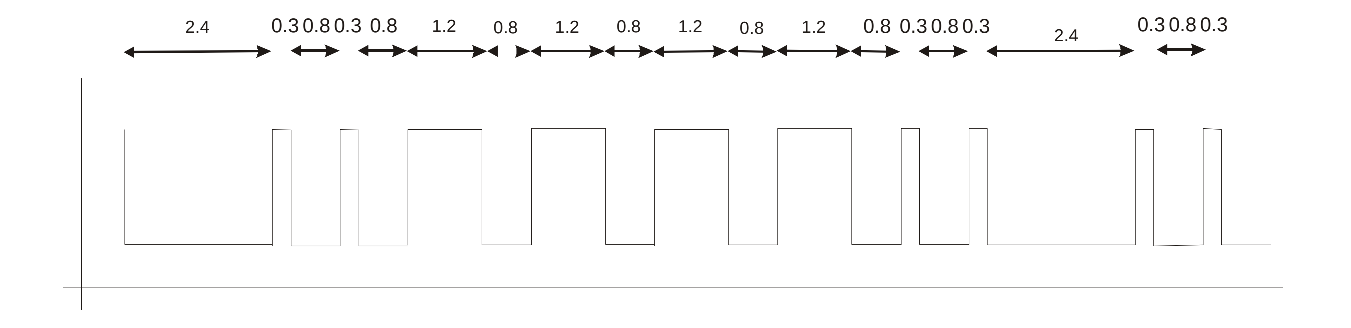


Figura 1.39 Lectura de códigos de 3 dígitos

1.14.3. Procedimiento de Inspección de fallas sin DTC (modo de usuario)

Cuando el SW de diagnóstico está apagado, “OFF”, la lámpara de alarma (W/L) se enciende indicando una falla en el sistema.

Hay tres maneras diferentes de indicación de la lámpara de alarma (W/L)

1. **Ninguna luz de advertencia encendida....”_ “refiérase a la lista DTC.-** El DTC se almacena, pero no se enciende W/L.

2. **W/L condicional encendida “O” refiérase a la lista de DTC.-** En adición al disparo del DTC, la condición dura más de 20 segundos a menos de 600 RPM (Ne) de velocidad del motor, entonces la W/L se enciende.

3. **W/L siempre encendida...........”Θ” refiérase a la lista de DTC0.-**Cuando un DTC se dispara, W/L siempre se enciende.

Nota: La W/L indica lo siguiente en el supuesto de que no haya ninguna falla

Ne=0..........Luz encendida
Ne≠0..........Luz apagada

1.14.4. Cancelación de DTC

Cuando un DTC se dispara, se activa el modo de apoyo.
Un primer tipo de DTC´S son anulados durante el modo de apoyo, si se detecta que falla ya no está presente.

Otro tipo de DTC´S no son anulados hasta que el ECU sea recalibrado (reset). El primer tipo de DTC significa que no ocurrirá ningún daño al motor aunque se continúe operando, el segundo DTC significa que puede ocurrir daño al motor si se continúa operando.

1.14.5. Lista de Códigos de Diagnóstico de falla (DTC) EuroII 6SD1-TC/6HE1-TCN/6HE1-TCC/6HE1-TCS

Tabla 1.10 Lista de códigos de falla DTC

DTC	Item	Descripción de la falla	Tiempo de detección	Apoyos			Cancelación de DTC
				Datos	TICS	IVES	
33	Memoria (RAM)	INT arranque ON, datos leidos no corresponden con datos escritos	Ninguno	Ninguno	Modo de apoyo	Modo de apoyo	No
543	Revoluciones excesivas del motor	6HE1-TCS/C/N más de 3800 RPM 6SD1-TC más de 2900 RPM	0,5 seg.	Ninguno	Modo regular	Modo regular	No modo de respaldo
10	Sensor de cremallera	Sensor de voltaje abierto o en corto por más de *2 Abierto o en corto Velocidad de motor < 1200 rpm sensor de voltaje < *3	5 10	La posición de la cremallera es cal-culada con las rpm del motor	Modo regular	Modo regular	Si
15	Sensor Ne	Menos de 40 rpm, fijo a alto nivel, INT arranque en ON entonces No pulso	Se muestra el DTC 1 después de 2,5 seg. De no pulso y arranque de respaldo por 1 seg.	Ninguno	Modo de apoyo Modo de apoyo	Modo de apoyo Modo de apoyo	Si Si
29	Servo de pre-carrera	Diferencia de objetivo (P as-ol) y real (P sist) es más de 3CA ver *4	20 seg.	Ninguno	Modo de apoyo	Modo regular	No
291	Sensor de pre-carrera	Abierto o en corto voltaje del sensor de más de 3,3V o menor de 0,7 V.	2	Ninguno	Modo de apoyo	Modo regular	Si
292	Error de aprendizaje de pre-carrera	Ocurre un mal ajuste durante el aprendizaje de pre-carrera Voltaje del sensor de más de 1,51V o menos de 0,86V.	1,2	Temperatura Refrigerante > 30 grados C.	Modo de apoyo	Modo regular	No
23	Sensor temperatura refrigerante	Abierto o en corto voltaje del sensor más de 4,8 o menos de 0.,1V.	2	Presión atmosférica > 101,3Kpa (750 mm Hg)	Modo regular	Modo regular	Si
71	Sensor de presión atmosférica	presión atmosférica cae por debajo de 48 Kpa (360 mmHg). Voltaje del sensor por debajo 1,89V	3		Modo regular	Modo regular	No
413	Válvula magnética para el IVES	Abierto o terminal negativo en corto	1		Modo de apoyo	Modo de apoyo	No
423	Fusible de alimentación de pre-carrera dañado	Fusible de alimentación de pre-carrera dañado (voltaje de alimentación menor que 0,8V) Fusible principal de control dañado	1		Modo de apoyo	Modo regular	Si
1	Normal				Modo de apoyo Modo regular	Modo de apoyo Modo regular	

Notas:

1. Presentación de modo de usuario es como sigue:

“O”	: menos de 600 rpm y por menos de 20 seg.
”Θ”	: luz encendida permanentemente
”_ “	:luz no encendida

2. Voltajes de salida de diagnóstico del sensor de cremallera (lado de alta) son diferentes entre motores: 6HE1-TCS/C/N _____3,9V
6SD1-TC _____3,7V

3. Voltajes de salida de diagnóstico del sensor de cremallera (lado de baja) son deferentes entre motores: 6HE1-TCS/C/N _____0,2V
6SD1-TC _____0,7V

4. Angilos de pre-carrera (unidad:ángulo)equivalente a +/- 3 grados CA son diferentes: 6HE1-TCS/C/N _____+/-5,6 grados
6SD1-TCC/N _____+/-5,6 grados
6SD1-TC _____+/-9,2 grados

5. Si +3 hay una diferencia de +3 grados CA entre el ángulo objetivo y el ángulo actual, enciende siempre.Si hay una diferencia de -3 grados CA entre el ángulo objetivo y el ángulo actual, no enciende.

6. La siguiente condición no se detecta como falla.
   El sensor de cremallera está fallando previamente
   Se detecta un error en el aprendizaje de la pre-carrera.

7. Otros códigos de falla DTC diferentes del 33 no son detectados a menos de 18 voltios

DTC	**Condición de cancelación de DTC**	**Presentación de la lámpara de diagnóstico**			**Modelo de motor**		
		INT. Diag. Abierto (Usuario)	**INT. Diag. En corto (concecionario)**	**Atención**	**6HE1-TCS**	**6HE1-TC**	**6HE1-TC**
33	Ninguno	Ninguno	3.3	Ninguno	**“O”**	**“O”**	**“O”**
543	Ninguna	Ninguna	H5,4,3	Ubicamente DTC almacenado no hay respaldo	**“O”**	**“O”**	**“O”**
10	Determinado cuando las rpm del motor están por debajo de *2. Detectado únicamente cuando las rpm del motor fallan por encima de 1200 rpm	Ninguna	1				
15	Voltaje del sensor cae por debajo de *3 cuando la señal del sensor Ne alcanza	**”Θ”** **”Θ”**	1,5 1,5	Ninguno No se almacena DTC	**“O”** **“O”**	**“O”** **“O”**	**“O”** **“O”**
29		**”Θ”** segundos *5	2,9	Cuando el encen- está en ON aplica máximo control de avance	**“O”**	**“O”**	**“O”**
291	Voltaje del sensor cae por debajo de 3,3V o por encima de 0,7V	**“O”**	2,91 DTC	Cuando el encen- dido está en ON aplica máximo con- trol de avance (GND abierto úni- co control, OSC, MLD abierto no control)	**“O”**	**“O”**	**“O”**
292		**“O”**	2,9,2 DTC	Cuando falla el sensor de pre- carrera, este DTC no fija, solo una vez con la llave de encendido en ON, es detectado	**“O”**	**“O”**	**“O”**
23	Sensor (entrada de resistencia) voltaje menor que 4,8V y más de 0,8V.		2,3		**“O”**	**“O”**	**“O”**
71			7,1 DTC		**“O”**	**“O”**	” - “
413			4,1,3 DTC		**“O”**	” - “	” - “
423	Lámpara prendida voltaje de alimentación de precarga mayor que 0,8 V		4,2,3 DTC		**“O”**	**“O”**	**“O”**
Lámpara encendida		**”Θ”**	**”Θ”**	Lámpara de diag- nóstico encendida	**“O”**	**“O”**	**“O”**
1		**”Θ”**	0,1 DTC 0,1 DTC	Motor apagado Motor apagado	**“O”**	**“O”**	**“O”**

CAPITULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el desarrollo tecnológico alrededor de los sistemas computacionales han permitido la utilización de estos sistemas en diferentes áreas, como la oficina, pasando por la industria, la automoción, aplicaciones aeronáuticas, navieras, etc.

En este capítulo se detalla una aplicación en el área de la automoción de los sistemas de instrumentación denominados virtuales, tomando como base la utilización de un sistema computacional conjuntamente con una interfase con el mundo exterior (hardware), denominada tarjeta de adquisición de datos y un programa de control (software).

A continuación se detalla la conformación de los elementos de esta aplicación del sistema de instrumentación virtual para el diagnóstico de sistemas de inyección electrónica diesel aplicado a camiones ISUZU.

1.15. HARDWARE

Para la construcción del sistema se toma como base a una tarjeta de adquisición de datos utilizando el puerto paralelo de una PC.

Se entiende por Adquisición de datos a la acción de medir variables, convertirlas a formato digital, almacenarlas en un computador y procesarlas en cualquier sentido. Este proceso necesita de una "interfase" entre el mundo físico y el computador que se suele denominar como tarjeta de adquisición de datos.

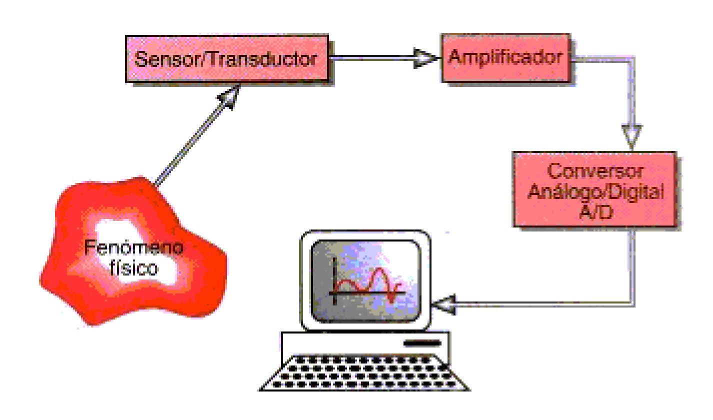


Figura 2.1 Elementos para la adquisición de datos análogos para conformar un sistema de instrumentación virtual.

El proceso de adquisición de datos del mundo físico conlleva los siguientes pasos fundamentales:

1. Utilización de un sensor / transductor adecuado para la variable que se desea medir, el cual permite detectar y convertir la variable física a una señal analógica de voltaje o corriente eléctrica.

2. Amplificación de la señal de voltaje o corriente, si se requiere. Si la señal que proviene del sensor es débil, se requiere un amplificador de voltaje y algún método para filtrar los ruidos eléctricos.

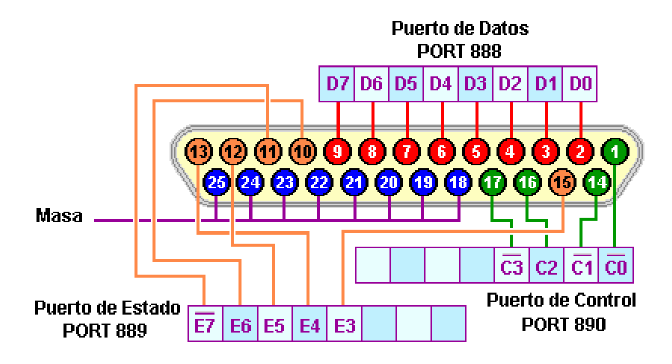
3. Traducción de esta señal analógica al lenguaje propio del computador: lenguaje digital. Este proceso se conoce técnicamente como conversión ANÁLOGO / DIGITAL (A/D).

4. Adquisición propiamente dicha de los datos que, en forma digital, podrán ser almacenados y llevados luego a pantalla o a otro periférico del computador.

La Figura 2.1 muestra un diagrama conceptual del proceso de adquisición de datos, el cual sintetiza los pasos fundamentales ya mencionados, para la obtención de un sistema de instrumentación virtual.

1.15.1. Características del puerto paralelo del PC

La PC utiliza el puerto paralelo como interfase de salida para la comunicación con el mundo exterior, el puerto paralelo de una típica PC utiliza un conector hembra de tipo D de 25 pines (DB-25 S), éste es el caso más común. El orden de las pines del conector del puerto paralelo es el que se detalla en la figura 2.2.[5]



[5]El puerto de la computadora se toma como interfase de salida pero en realidad se tiene una interfase bi-direccional es decir entrada/salida que se utiliza para la presente aplicación.

Figura 2.2 Conector del puerto paralelo de la PC

Tabla 2.1 Descripción de pines del puerto paralelo D-25

Patita	**E/S**	**Polaridad activa**	**Descripción**
1	Salida	0	Strobe
2 ~ 9	Salida	-	Líneas de datos (bit 0/patita 2, bit 7/patita 9)
10	Entrada	0	Línea acknowledge (activa cuando el sistema remoto toma datos)
11	Entrada	0	Línea busy (si está activa, el sistema remoto no acepta datos)
12	Entrada	1	Línea Falta de papel (si está activa, falta papel en la impresora)
13	Entrada	1	Línea Select (si está activa, la impresora se ha seleccionado)
14	Salida	0	Línea Autofeed (si está activa, la impresora inserta una nueva línea por cada retorno de carro)
15	Entrada	0	Línea Error (si está activa, hay un error en la impresora)
16	Salida	0	Línea INIT (Si se mantiene activa por al menos 50 micro-segundos, ésta señal autoinicializa la impresora)
17	Salida	0	Línea Select input (Cuando está inactiva, obliga a la impresora a salir de línea)
18 ~ 25	-	-	Tierra eléctrica

2.1.2 Diseño de la tarjeta de adquisición de datos

Para el diseño de la tarjeta de adquisición de datos se tiene como base al conversor A/D ADC 0808N de la casa fabricante National Semiconduction que consta de 8 líneas de entrada analógicas con una resolución de 8 bits.

Como se puede observar en la figura 2.3 se tiene 8 canales multiplexados seleccionados por medio de 3 bits de direccionamiento, además de los respectivos voltajes de referencia para la conversión en datos correspondientes a un valor de 8 bits, las especificaciones de este conversor son las siguientes:

- Resolución 8 bits
- Ajuste total del error ± ½ LSB y ± 1 LSB
- Alimentación única 5Vcd
- Baja potencia 15mW
- Tiempo de conversión 100us

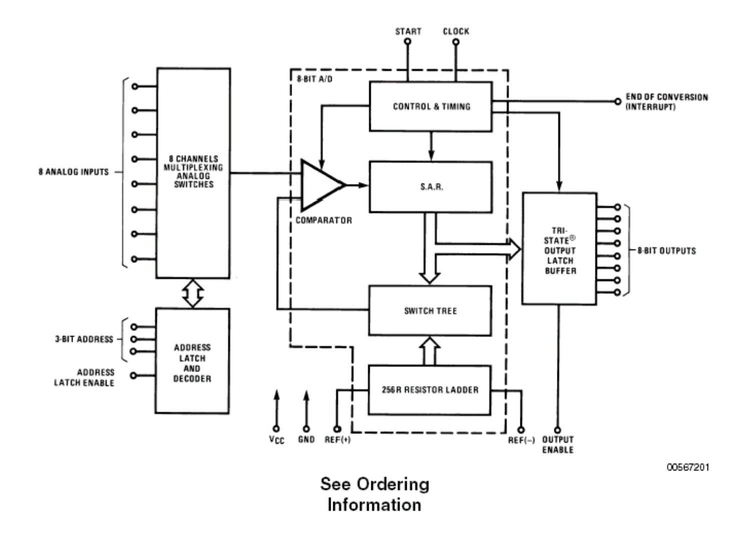
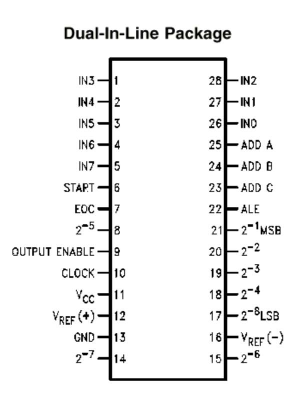


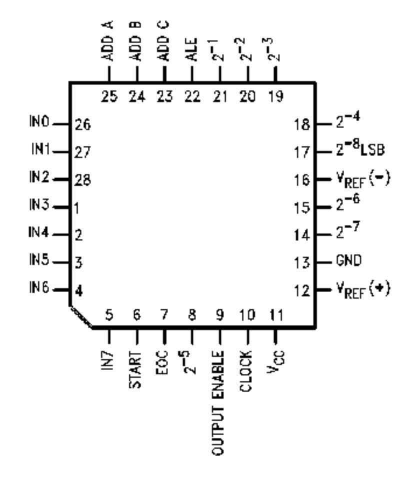
Figura 2.3 Diagrama de bloque del conversor ADC0808[6]

[6] El diagrama de bloque del conversor A/D se tomo del Datasheet de la pagina www.national.com

La figura 2.4(a y b) muestra los pines para cada uno de los encapsulados que la casa fabricante ofrece del ADC0808.




(a) Encapsulado tipo DIP



(b)Encapsulado tipo PLCC

Figura 2.4 Diagrama de conexiones de los encapsulados de ADC0808 que ofrece el fabricante

Por las características del puerto paralelo, se pueden ingresar únicamente 5 bits en forma simultanea , el arreglo de 8 bits que entrega el conversor ADC, se tiene que ingresar al computador en dos fases de 4 bits cada una, utilizándose 4 líneas del puerto paralelo (E3,E4,E5,E6).

Para el direccionamiento del ADC se utilizan 3 líneas de salida del puerto paralelo (D1,D2,D3), para el inicio de la conversión 1 línea de salida del puerto (D0), y para la selección del byte más o menos significativo 1 línea de salida del puerto (D4).

Adicionalmente para accionar el test del sistema propuesto se tiene una salida digital (D5), y como salidas auxiliares para aplicaciones futuras 2 líneas (D6 y D7).

Con estas consideraciones se tiene el diagrama esquemático como el de la figura 2.5, que muestra la utilización del ADC0808N, adicionalmente la utilización de los buffer 74LS244 que permite la multiplexación de los bytes más o menos significativos.

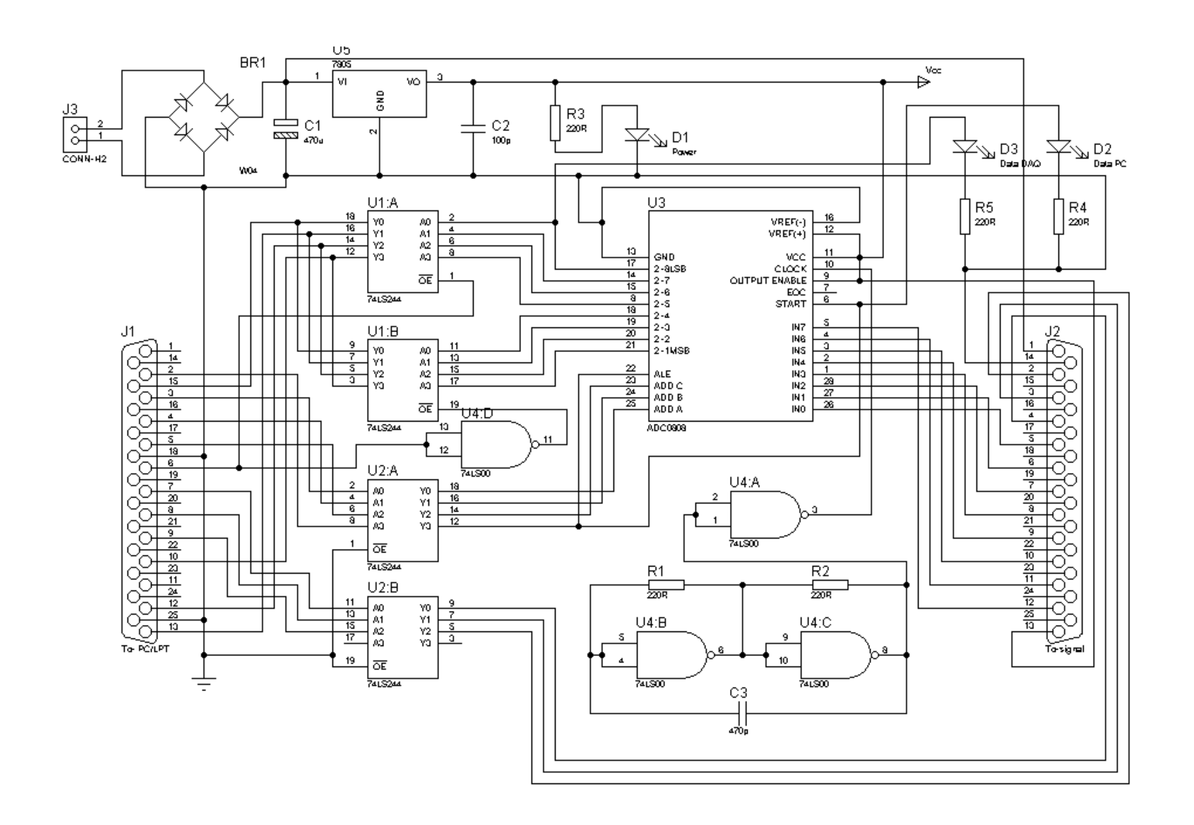


Figura 2.5 Diagrama esquemático la tarjeta de adquisición de datos.

Se puede observar en el diagrama que se utiliza un circuito integrado 74LS00 como generador de reloj, en el jumper J2 tenemos 8 entradas analógicas de 0-5 V, 3 salidas digitales, y salidas de alimentación GND/+5Vcd/Vaux.

La tabla 2.2 indica los elementos que se utilizan para la conformación de la tarjeta de adquisición de datos que se utiliza para la aplicación de la instrumentación virtual.

Tabla 2.2 Lista de elementos para la conformación de la tarjeta de adquisición de datos

DISPOSITIVO	REFERENCIA
Circuito integrado 74LS244	U1,U2
Conversor ADC0808N	U3
Circuito integrado 74LS00	U4
Regulador de Voltaje 7805	U5
Puente rectificador W04	BR1
Resistencia 1KΩ-1/4W	R1,R2
Resistencia 220Ω-1/4W	R3-R5
Condensador electrolítico 470uf-25V	C1
Condensador cerámico 100pf	C2
Condensador cerámico 470uf	C3
Diodo LED rojo	D1
Diodo LED verde	D2
Diodo LED verde	D3
Conector DB-25 Macho	J1
Conector DB-25 Hembra	J2
Conector H2	J3
Placa de circuito impreso de 110x100 mm	PCB
Chasis	

2.1.3 Diseño del circuito impreso de la tarjeta de adquisición de datos

Para el diseño del circuito impreso se utiliza el programa computacional para aplicaciones electrónicas PROTEUS[7] que permite obtener el diagrama del circuito impreso del presente proyecto.

La figura 2.7 muestra la pantalla principal del programa mencionado que se utiliza como herramienta para el diseño del circuito impreso.

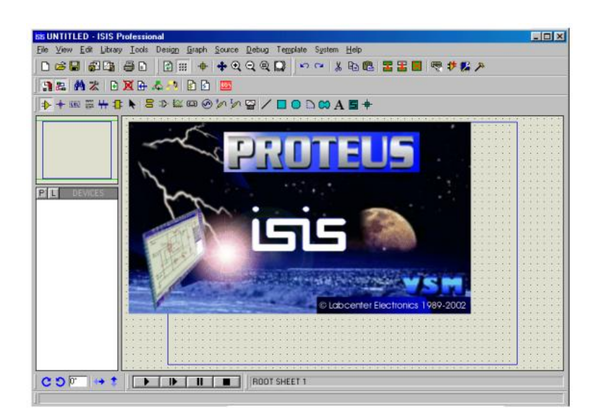


Figura 2.6 Pantalla principal del programa PROTEUS

Utilizando esta herramienta se obtiene el diagrama del circuito impreso como se indican en la figura 2.7, figura 2.8 y la figura 2.9 respectivamente.

---

[7] Proteus es una herramienta fundamental para las personas que están involucradas con el mundo de la electrónica, ya que permite realizar simulaciones de los proyectos, además de crear el ruteado para los circuitos impresos.

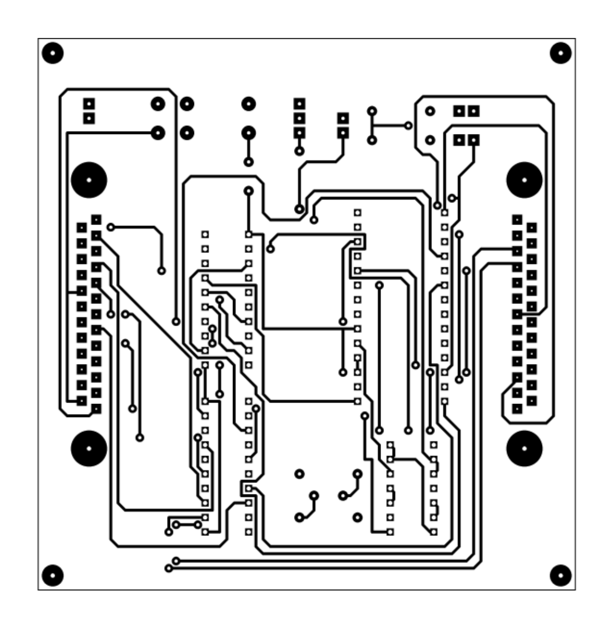


Figura 2.7 Diagrama del circuito impreso superior a escala 1:2

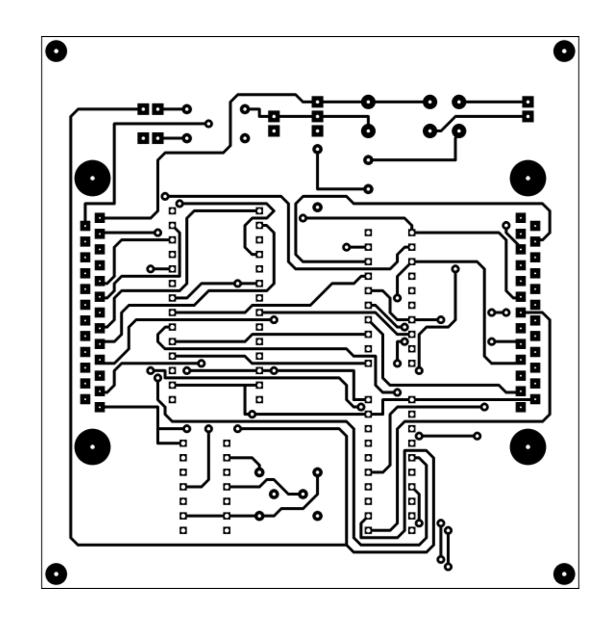


Figura 2.8 Diagrama del circuito impreso inferior a escala 1:2

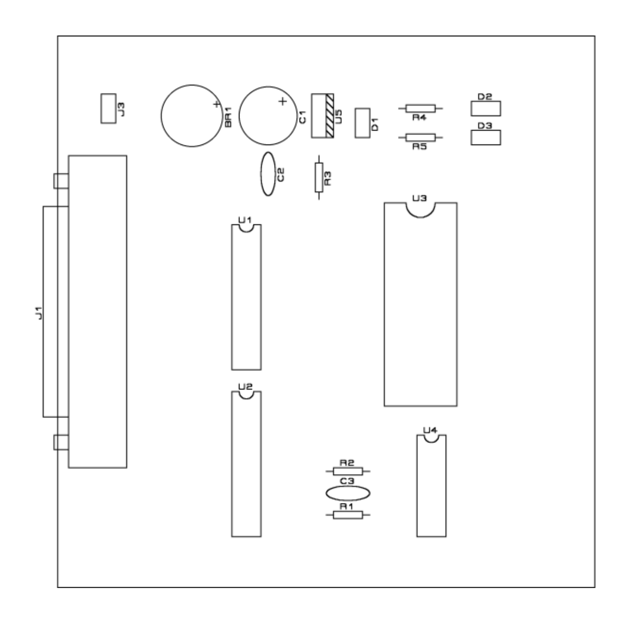


Figura 2.9 Diagrama de la serigrafía del circuito impreso a escala 1:2

En la figura 2.10 se muestra la tarjeta de adquisición de dato ensamblada con todos sus elementos constitutivos.

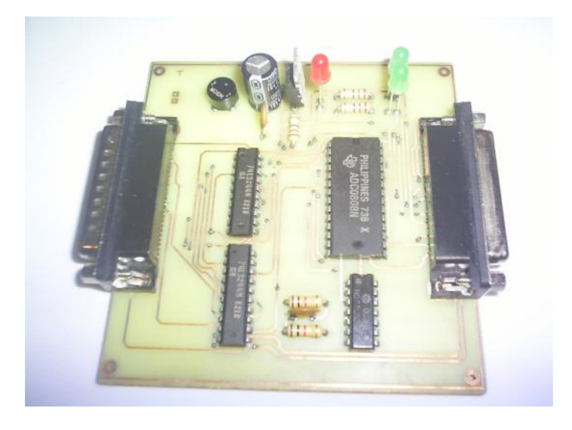


Figura 2.10 Tarjeta de adquisición de datos ensamblada

2.1.4 Característica del cable a utilizarse para la tarjeta de adquisición de datos

Para conectar el puerto paralelo de la PC a la tarjeta de adquisición de datos, se utiliza un cable de impresora modificado, colocando un conector DB-25 hembra en el extremo que conecta a la impresora con cada pin correspondiente al puerto LPT.

La figura 2.11 indica el cable modificado que se utiliza para interconexionar la tarjeta de adquisición de datos a la PC.



Figura 2.11 Cable modificado para interconexionar la tarjeta de adquisición de datos a la PC

2.1.5 Diseño de la tarjeta de acondicionamiento de señales

Para este proyecto no es necesario la utilización de sensores ya que el proceso de gestionamiento es realizado por el sistema EDC y consta de sensores propios que entregan señales eléctricas para dicho control, el papel que desempeña el proyecto es la de monitorear dichas señales sin que afecten su normal desempeño, para lo cual se diseño una tarjeta de acondicionamiento de señales , considerándose las características de las señales generadas para cada una de las variables físicas que intervienen en dicho proceso.

Las señales de información que se necesita monitoreas son las siguientes:

- Temperatura del motor
- Posición de la cremallera
- Revoluciones del motor (tacómetro)
- Velocidad del vehículo (velocímetro)
- Posición de la pre-carrera (PS)
- Actuador de la pre- carrera (PS ACT)
- Lámpara de diagnóstico (Diag. Lamp.)
- Voltaje de alimentación (PS PWR)

Como en la tarjeta de adquisición el voltaje de referencia positivo es de 5 voltios y el voltaje de referencia negativo de 0 voltios, la señal a ingresar para la conversión de cada canal debe variar de 0 a 5 voltios como máximo.

La señal de temperatura que ingresa al ECM por el PIN #5 varía de 5 voltios como temperatura mínima hasta 0 voltios como temperatura máxima, para lo cuál no se bebe hacer ningún acondicionamiento de señal únicamente un acoplador para ingresar la señal de información a la tarjeta de adquisición de datos.

El sensor de la cremallera genera una señal de voltaje que ingresa por PIN #9 del ECM, que es proporcional a la posición de la misma, con una variación de 0 a 5 voltios, para lo cuál se un acoplador para la tarjeta de adquisición de datos.

En lo referente a las revoluciones del motor tenemos una señal de onda cuadrada que varia su frecuencia en forma proporcional al giro del motor con amplitud máxima de 5 voltios que entrega el ECM por PIN #35, en este caso se utiliza un conversor de frecuencia a voltaje,

teniéndose una variación de 0 a 5 voltios que corresponde a la variación de 0 a 4000 rpms respectivamente.

Con la señal de la velocidad que entrega el módulo del velocímetro, se tiene que de igual manera tener un conversor de frecuencia a voltaje como en el caso anterior.

Con el sensor de pre-carrera el tratamiento de la señal que ingresa al ECM por el PIN #7 es la de obtener una señal que varíe de 0 a 5 voltios en forma proporcional a la variación de la amplitud de la señal sinusoidal generada por la variación de la posición de la pre-carrera.

La señal de control para el actuador de la pre-carrera que es generada por el ECM con el PIN #23, el tratamiento de esta señal es la de obtener un atenuador con un nivel de voltaje máximo de 5 voltios de la señal PWM que controla a dicho actuador, para luego ser ingresada a la tarjeta de adquisición de datos.

En lo referente a la obtención de los códigos de falla que reporta el ECM sobre el sistema EDC por PIN #45, se debe ingresar a la tarjeta de adquisición de datos por medio de un atenuador de nivel con una señal máxima de 5 voltios.

Para poder monitorear la señal de nivel de voltaje que alimenta al sistema EDC, el voltaje que ingresa al ECM por PIN #37, se lo debe atenuar como en los casos anteriores a un nivel máximo de 5 voltios para ingresar a la DAQ.

Con el análisis de todas las señales necesarias a monitorear se obtiene el diagrama esquemático de la figura 2.12.

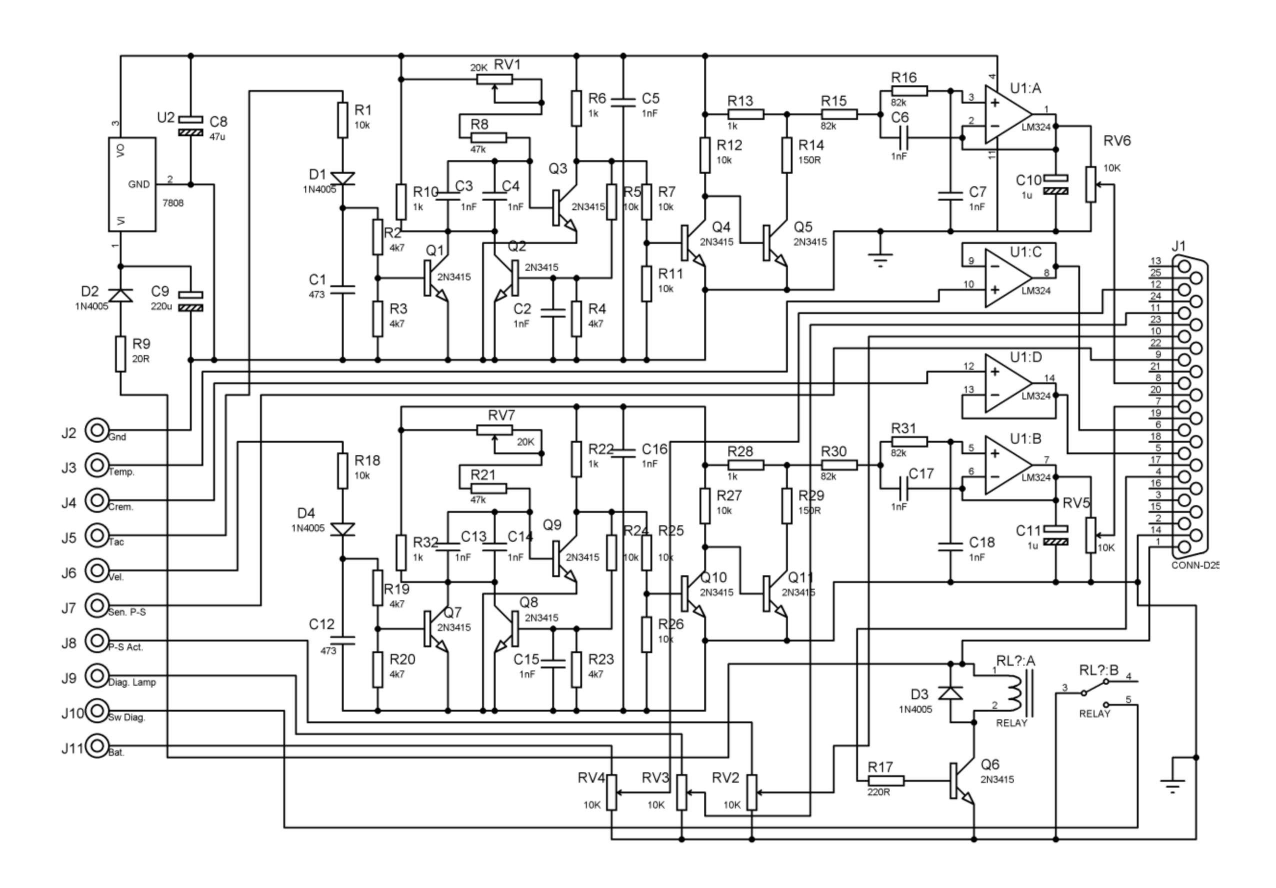
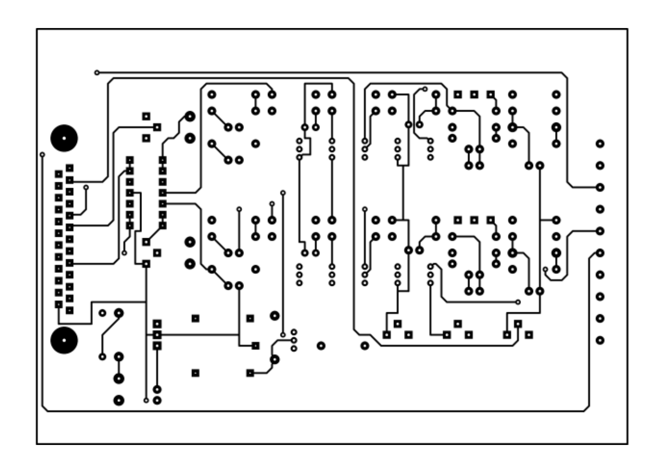


Figura 2.12 Diagrama esquemático de la tarjeta de acondicionamiento de señales

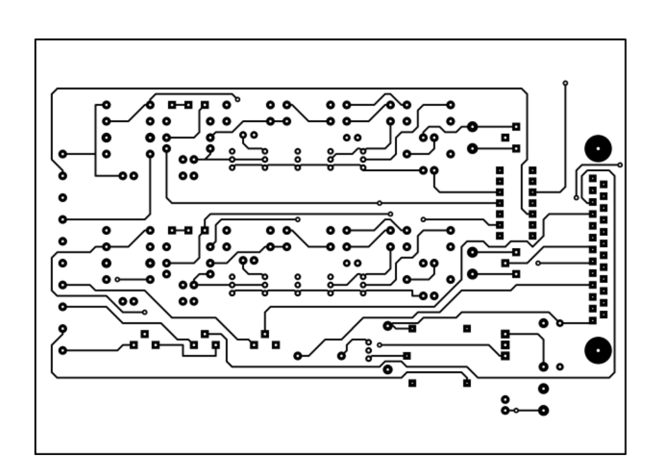
2.1.6 Diseño de circuito impreso de la tarjeta de acondicionamiento de señal

De igual manera como en el caso de la tarjeta de adquisición de datos se utiliza el programa computacional PROTEUS como herramienta para el diseño del circuito impreso de la tarjeta,

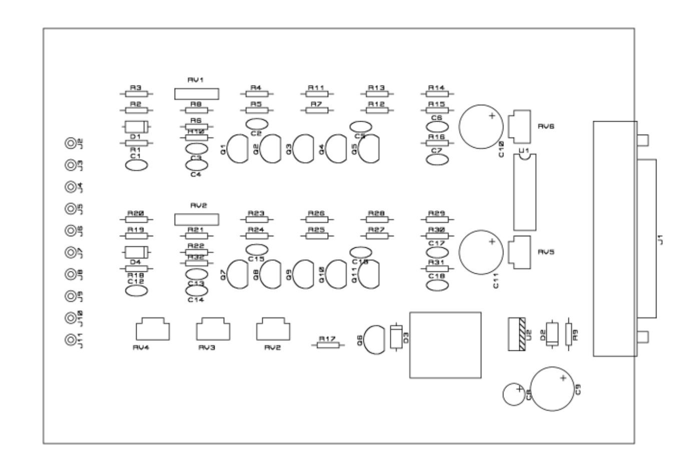
obteniéndose de esta manera el impreso que muestra la figura 2.13 (a, b y c respectivamente).



(a) Diagrama del circuito impreso superior de la tarjeta de acondicionamiento de señales a escala 1:2.



(b) Diagrama del circuito impreso inferior de la tarjeta de acondicionamiento de señales a escala 1:2.



(c) Diagrama de la serigrafía del circuito impreso a escala 1:2.

Figura 2.13 Diagrama del circuito impreso de la tarjeta de acondicionamiento de señales

La tabla 2.2 indica los elementos que se utilizan para la conformación de la tarjeta de acondicionamiento de señales que se utiliza para la aplicación de la instrumentación virtual.

Tabla 2.3 Lista de elementos para la conformación de la tarjeta de acondicionamiento de señales.

DISPOSITIVO	REFERENCIA
Circuito integrado LM324	U1
Regulador de Voltaje 7805	BR1
Resistencia 20Ω-1/4W	R9
Resistencia 150Ω-1/4W	R14,R29
Resistencia 220Ω-1/4W	R17
Resistencia 1kΩ-1/4W	R6,R10,R13,R22,R32
Resistencia 4k7Ω-1/4W	R2-R4,R8,R19-R21,R23
Resistencia 10kΩ-1/4W	R1,R5,R7,R11,R12,R18,R24-R28
Resistencia 82KΩ-1/4W	R15,R16,R30,R31

Condensador cerámico 47pf	C1,C12
Condensador cerámico 1nf	C2-C7,C13-C18
Condensador electrolítico 47uf/25v	C8
Condensador electrolítico 220uf/25v	C9
Condensador tantalio 1uf/25v	C10,C11
Potenciómetro 20kΩ	RV1,RV7
Potenciómetro 10kΩ	RV2-RV6
Diodo rectificador 1N4005	D1-D4
Transistor 2N3415	Q1-Q11
Conector DB-25 Macho	J1
Conector H2	J2-J11
Placa de circuito impreso de 110x100 mm	
Chasis	

2.1.7 Características del cable a utilizarse para la tarjeta de acondicionamiento de señales.

Para conectar la tarjeta de acondicionamiento de señales a la tarjeta de adquisición de datos, se utiliza un cable de impresora modificado, colocando un conector DB-25 hembra en el extremo que conecta a la impresora con cada PIN correspondientes según los diagramas esquemáticos de cada una de las tarjetas COMO INDICA LA FIGURA 2.14.



Figura 2.14 Cable a utilizarse para la tarjeta de acondicionamiento de señales

1.16. SOFTWARE

Para el presente proyecto se utilizó el programa computacional LabVIEW para generar el software de control del sistema de instrumentación virtual.

LabVIEW es un ambiente de desarrollo de programas, como el moderno **C** o **BASIC** y el **Labwindows / CVI** de la empresa **National Instruments.** Sin embargo, LabVIEW es diferente de esas aplicaciones en un aspecto importante. Los demás sistemas de programación utilizan lenguajes basados en textos para crear líneas de código, mientras que LabVIEW usa un lenguaje de programación gráfico, denominado G, para crear diagramas en forma de bloques.

LabVIEW, como los programas C o BASIC, es un sistema de programación de propósito general con librerías extendidas de funciones para cualquier tarea de programación.

LabVIEW incluye librerías para adquisición de datos, GPIB (Bus de Interfase para Propósitos Generales) y control de instrumentos seriales, análisis, presentación y almacenamiento de datos.

LabVIEW también incluye herramientas convencionales de programación, de tal forma que se puedan colocar puntos de interrupción, animar la ejecución y ver como pasan los datos a través

del programa lo que hace de él un programa fácil de depurar y manejar.

En este caso se utilizo la opción de LabVIEW de trabajo con los puertos en la manipulación de datos de entrada y salida.

2.2.1 Programación en el software LabVIEW

La programación a desarrollarse debe estar condicionada a las exigencias del usuario, las mismas que son las siguientes:

- El sistema propuesto no debe interferir en el normal desempeño del proceso seleccionado para dicha aplicación.

- La aplicación a desarrollarse puede ser utilizada por cualquier usuario sin ningún tipo de restricción.

Bajo estas necesidades se han implementado cuatro ventanas, en el programa LabVIEW 7 Express, las mismas que son las siguientes

- Panel principal
- Diagrama Circuital
- Localización de partes
- Monitoreo

2.2.1.1 Ventana Panel Principal

En esta ventana se indica los datos informativos sobre el proyecto propuesto.



Figura 2.15 Ventana "Panel Principal"

2.2.1.2 Ventana Diagrama Circuital

En esta ventana tenemos a disposición el diagrama del sistema EDC propuesto que consta las conexiones eléctricas del ECM con sus respectivos sensores y actuadores.

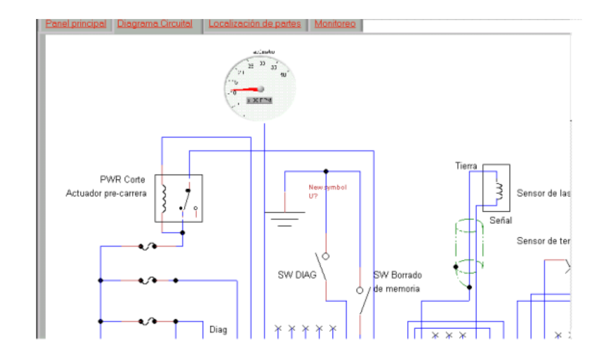


Figura 2.16 Ventana "Diagrama Circuital" (parte de la ventana)

2.2.1.3 Ventana Localización de Partes

En la ventana localización de partes se observa la localización de los elementos que conforman el sistema EDC.

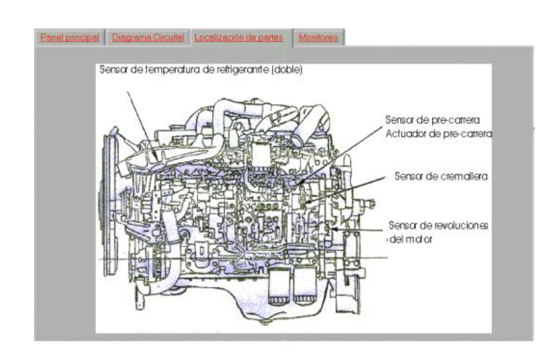


Figura 2.16 Ventana "Localización de Partes" en la que se muestra la localización de los sensores y actuadores del sistema EDC

2.2.1.4 Ventana Monitoreo

En esta ventana se encuentran incluidas las sub-ventanas para cada una de las señales que se necesita monitorear.

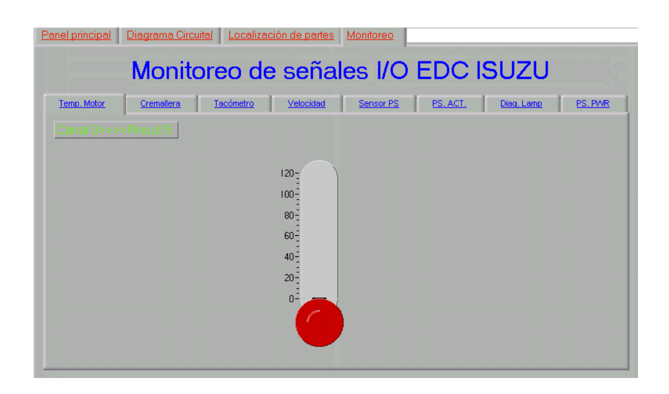


Figura 2.17 Ventana "Monitoreo"

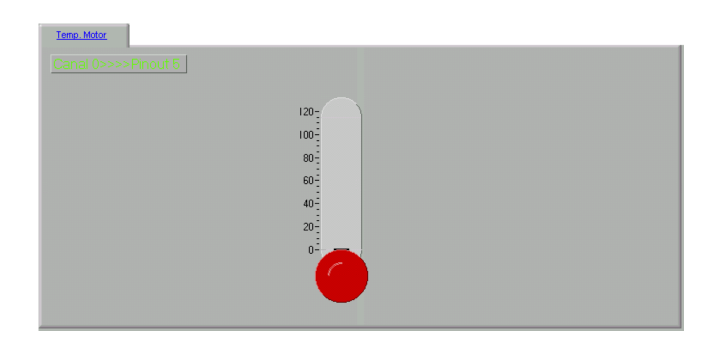


Figura 2.18 Ventana “Temperatura Motor”

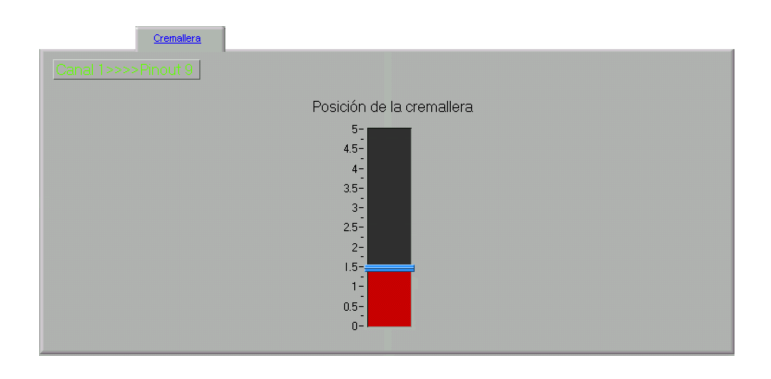


Figura 2.19 Ventana “Cremallera”

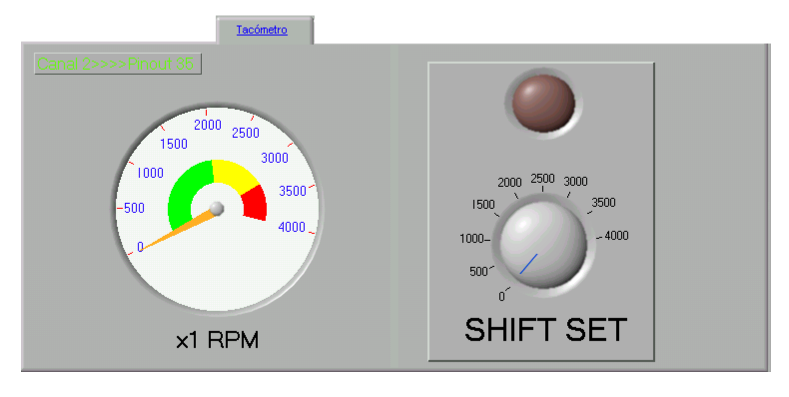


Figura 2.20 Ventana “Tacómetro”

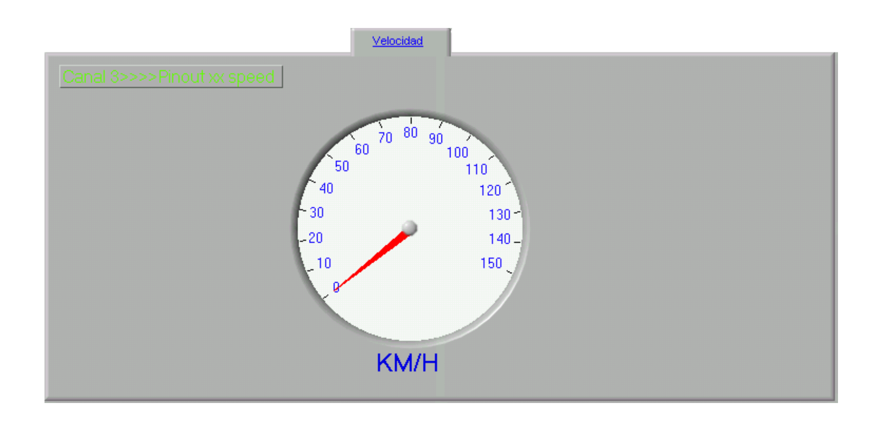


Figura 2.21 Ventana "Velocidad"

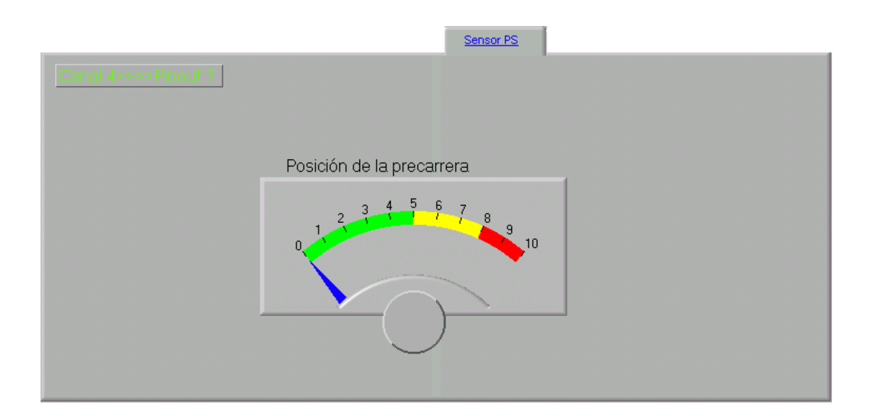


Figura 2.22 Ventana "Sensor PS"

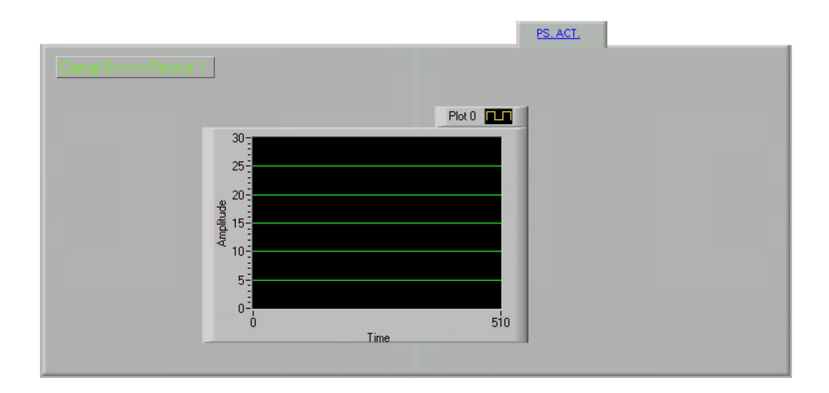


Figura 2.23 Ventana "PS. ACT."

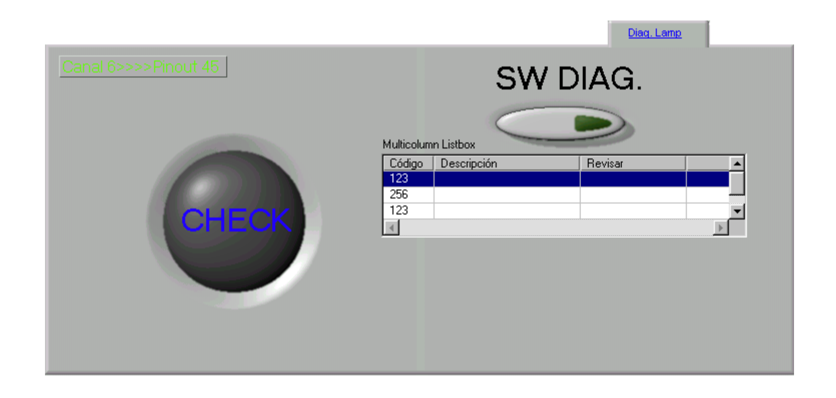


Figura 2.24 Ventana “Diag. Lamp.”

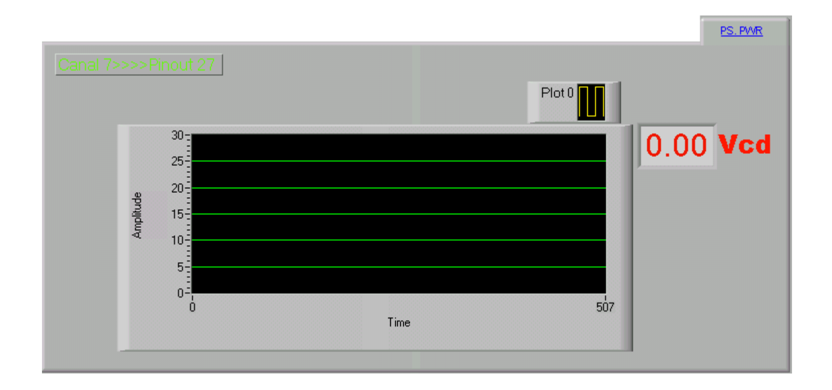


Figura 2.25 Ventana”PS PWR”

2.2.2 Diagrama en bloques de la aplicación

Para esta aplicación se utilizó como base la función “Stacked Secuence Structure” para cada uno de los pasos a seguir en la conversión y obtención de los datos digitales para su posterior manipulación bajo el entorno de LabVIEW.

2.2.2.1 Selección del canal e inicio de conversión

Dependiendo de la señal que se necesita monitorear se deben fijar cada bit de direccionamiento del ADC, adicionalmente se debe fijar el bit de inicio de conversión START y ALE , con estos datos se obtiene el arreglo de bits de salida por el puerto paralelo (888d=378h).

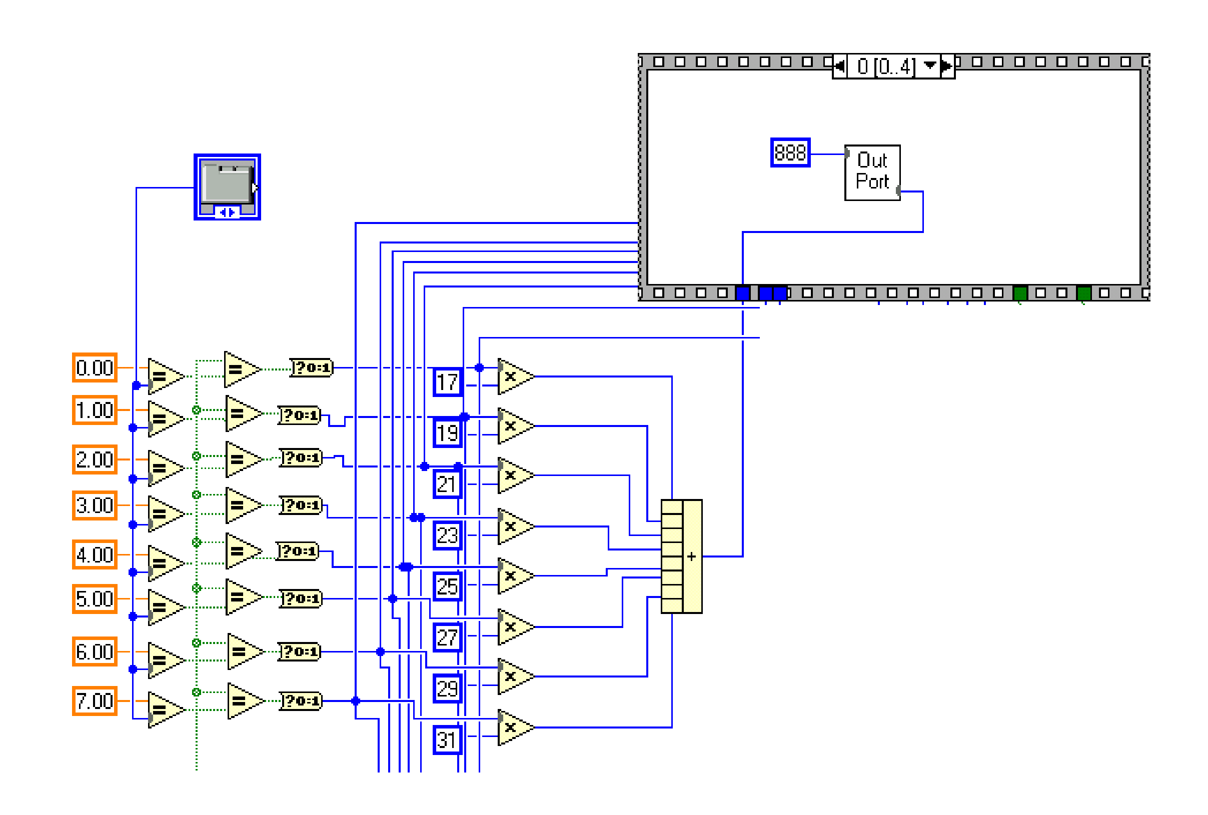


Figura 2.26 Selección del canal e inicio de conversión

2.2.2.2 Parar conversión y selección de los 4 bits más significativos msb.

En este paso se fija en “0” el bit de START, ALE para parar la conversión, y en “1” el bit de Byte Selec, obteniéndose el arreglo de bits correspondiente de salida para el puerto paralelo (888d=378h).

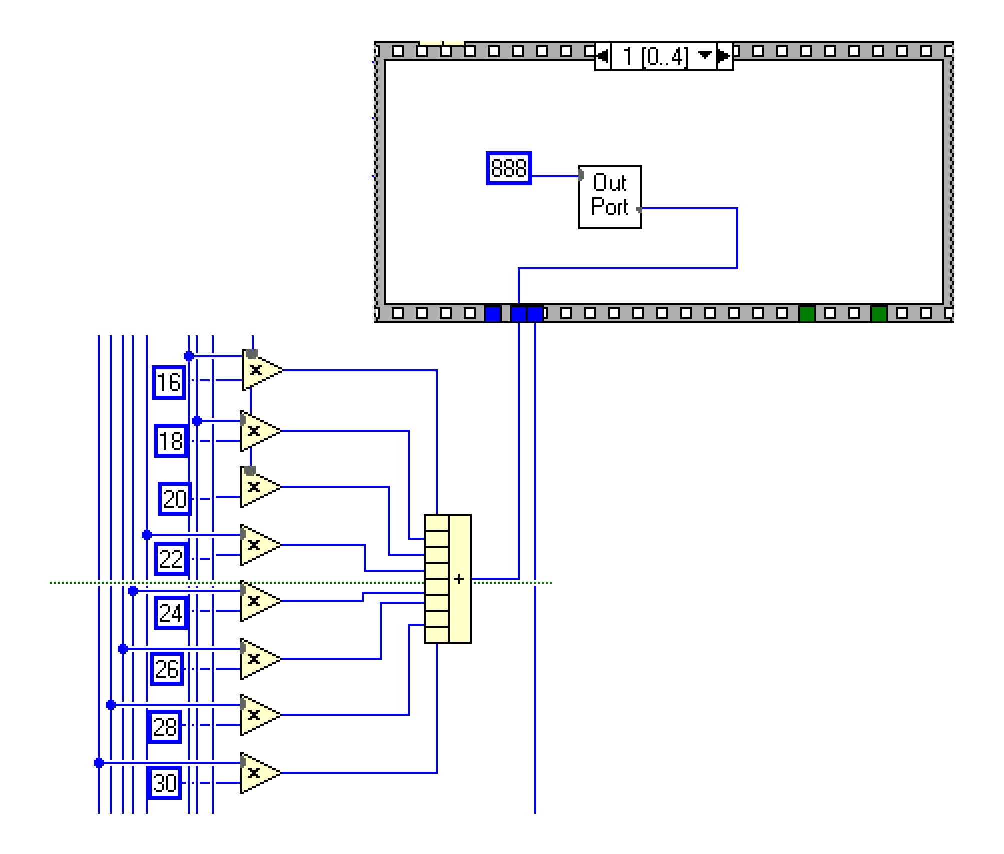


Figura 2.27 Parar conversión y selección de los 4 bits más significativos msb

2.2.2.3 Lectura de la parte alta msb de la conversión

Para la lectura de los 4 bits más significativos msb se debe seleccionar la función "In Port" con dirección (889d=379h). Como los bits de información se encuentran desde el bit 3 al bit 6, se debe realizar un desplazamiento a la izquierda de 1 bit, luego lo filtramos con el dato (F0h=240d) y este dato se mantiene presente.

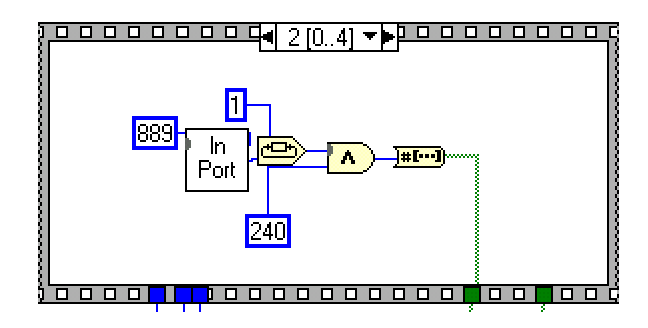


Figura 2.28 Lectura de la parte alta msb de la conversión

2.2.2.4 Selección de los 4 bits menos significativos lsb.

En este paso se fija en “0” el bit de START, ALE para parar la conversión, y en “0” el bit de Byte Selec, obteniéndose el arreglo de bits correspondiente de salida para el puerto paralelo (888d=378h).

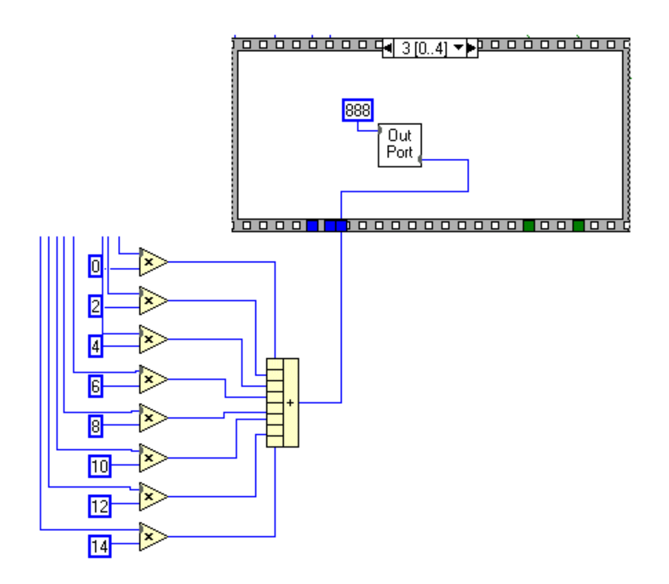


Figura 2.29 Selección de los 4 bits menos significativos lsb

2.2.2.5 Lectura de la parte baja lsb de la conversión

Para la lectura de los 4 bits menos significativos lsb se debe seleccionar la función “In Port” con dirección (889d=379h). Como los

bits de información se encuentran desde el bit 3 al bit 6, se debe realizar un desplazamiento a la derecha de 3 bits, luego se filtra con el dato (0Fh=15d) y este dato se mantiene presente.

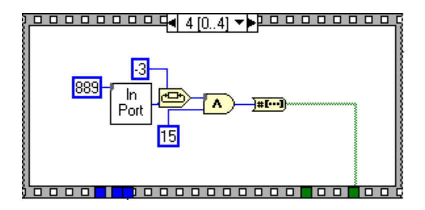


Figura 2.30 Lectura de la parte baja lsb de la conversión

2.2.2.6 Obtención y manipulación de los datos

Con los datos de los bytes más y menos significativos obtenidos, se realiza la combinación de los mismo por medio de la función “Bolean“ “or”, con este arreglo de bits podemos ya manipularlos como requiera la aplicación.

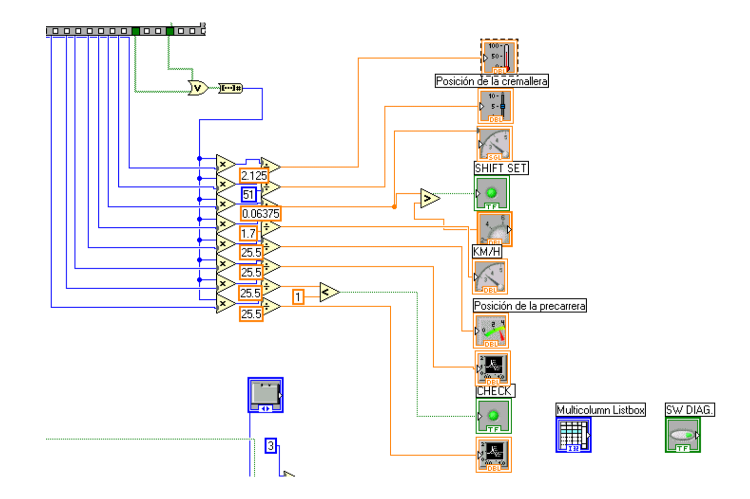


Figura 2.31 Obtención y manipulación de los datos

CAPITULO III

CALIBRACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

3. INTRODUCCION

Para el correcto funcionamiento del sistema de instrumentación diseñado se deben realizar la respectiva calibración y pruebas de funcionamiento, basado en los parámetros proporcionados por el fabricante y de igual manera de los datos obtenidos con el equipo.

En este capitulo se detalla cada uno de los procedimientos de calibración y pruebas de funcionamiento para el sistema de instrumentación.

3.1 CALIBRACION

Para la calibración se inicia conectando el sistema de instrumentación virtual diseñado, realizando las respectivas conexiones entre las distintos elementos que lo conforman, pero teniendo en cuenta que no se debe ingresar ninguna señal de monitoreo, es decir no se debe realizar la conexión con el vehículo.

Para la calibración del equipo se cuenta con los siguientes elementos:

- Fuente regulable de 0-30 Vcd.
- Generador de frecuencias
- Calibrador plástico para evitar interferencia
- Multímetro

Seguidamente se alimenta al sistema de instrumentación y se corre el programa de control creado bajo el entorno LabVIEW, dentro del programa se procede a escoger cada uno de las señales a monitorear para realizar su respectiva calibración.

3.1.1 Temperatura del motor

La señal de temperatura del motor varía de aproximadamente de 0 voltios como temperatura máxima y 5 voltios como temperatura mínima para lo cual no se debe realizar ninguna calibración únicamente el valor para el cuál se debe realizar la división del valor de conversión máxima de ingreso a la PC como es el 255, y como el valor de representación en el instrumento virtual es de 5 como máximo, se tiene un valor para dividir de 51, seguidamente se debe realizar el respectivo ajuste dentro de la programación del instrumento virtual para que concuerde con los valores de operación.

Para verificar su funcionamiento se debe conectar la fuente de alimentación variable de 0 a 5 voltios DC en la entrada de temperatura en la tarjeta de acondicionamiento de señales y con el programa de control corriendo se verifica su correcto funcionamiento.

3.1.2 Sensor de la cremallera

El sensor de la cremallera indica la carga del motor con una señal lineal proporcional, esta señal varía de 0 a 5 Vcd a plena carga para lo cual no se debe realizar ninguna calibración únicamente el valor que se debe dividir el valor máximo ingresado a la PC como es el 255 para 51y el respectivo ajuste dentro de la programación del instrumento virtual para que concuerde con los valores de operación.

Para verificar se debe ingresar un voltaje variable de 0 a 5 Vcd en la entrada de la señal de la cremallera de la tarjeta de acondicionamiento de señales y con el programa corriendo se verifica su correcto funcionamiento.

3.1.3 Tacómetro

La señal que genera el controlador es un tren de pulsos, al incrementarse la velocidad del motor se incrementa la frecuencia, para realizar la calibración se procede a generar una señal de 27 a 200 Hz con la ayuda de un generador de frecuencias, ingresar esta señal a la tarjeta de acondicionamiento de señales, se debe realizar la calibración del potenciómetro RV1 y RV6 hasta obtener en el cursor del RV6 un nivel de 5 voltios como nivel máximo de conversión y con el respectivo ajuste dentro del programa de control par que se represente lo más aproximado al valor real.

La utilización del Shift Set es de suma importancia debido a que ayuda a prevenir una sobre-revolución del motor del vehículo y generar daños en el mismo, la prueba de esta herramienta es la de fijar un nivel de alarma, al sobrepasar este punto se activa la alarma virtual en este caso la lámpara virtual en color rojo.

3.1.4 Velocímetro

La señal que genera el controlador es un tren de pulsos, al incrementarse la velocidad del vehículo se incrementa la frecuencia, para realizar la calibración se procede a generar una señal de 27 Hz a 200 Hz con la ayuda de un generador de frecuencias, ingresar esta señal a la tarjeta de acondicionamiento de señales, se debe realizar la calibración del potenciómetro RV5 y RV7 hasta obtener en el cursor del RV5 un nivel de 5 voltios como nivel máximo de

conversión y con el respectivo ajuste dentro del programa de control par que se represente lo más aproximado al valor real.

3.1.5 Sensor P-S

La señal que genera el sensor de la precarrera es acondicionada dentro del controlador obteniéndose un valor de 3.22 Vcd proporcionalmente como deflexión máxima tomado en el punto I del controlador del motor del vehículo, el valor mínimo es de 0.76 Vcd , para lo cual no se debe realizar ninguna calibración en la tarjeta de adquisición de datos, únicamente se debe realizar el ajuste en el programa de control.

Cuando se tiene la deflexión máxima se tiene un desplazamiento del servomotor de 60 grados, y en posición inicial 0 grados.
Para comprobar se ingresa un voltaje variable de 0.76 Vcd a 3.22 Vcd, al estar corriendo el programa de control se observa la variación de valores de posicionamiento del servomotor en el instrumento virtual, de esta manera se comprueba su correcto funcionamiento.

3.1.6 P-S Actuador

La señal generada por el controlador para controlar al actuador de tiempo es una señal de onda cuadrada que al aumentar la frecuencia aumenta el desplazamiento del actuador, teniendo un nivel máximo de 25Vcd aproximadamente, para calibrar la tarjeta de acondicionamiento de señales se debe ingresar una señal de 5Vcd en primer lugar, con un multímetro se debe medir en el cursor del potenciómetro RV2 un valor de 0.833Vcd. seguidamente se incrementa la señal de entrada a 25Vcd y se debe observar en el

cursor del RV2 una lectura de 5Vcd, y se realiza el respectivo ajuste dentro del programa de control.

Al variar el voltaje de entrada se observa la variación en el instrumento virtual comprobándose de esta manera su correcto funcionamiento.

3.1.7 Lámpara de Diagnóstico

Para calibrar la opción de diagnóstico se debe correr el programa de control y seleccionar la respectiva función, al activar el switch de diagnóstico se acciona el relay de la tarjeta conmutando a negativo el terminal del switch de diagnóstico comprobando con el multímetro en función de continuidad.

Seguidamente se ingresa una señal de 5Vcd, se mide con el multímetro en el cursor del potenciómetro RV3 un voltaje de 0.833 Vcd.

Para comprobar se fija en 10 voltios la fuente de alimentación, y se observa que la lámpara virtual se apaga, y al desconectar la fuente la lámpara virtual se activa en color amarillo.

De esta manera se calibra y comprueba el correcto funcionamiento de la función diagnóstico.

3.1.8 P-S PWR

La señal de alimentación para el actuador y del sistema de control es generada por las baterías del vehículo y por el alternador, teniendo un nivel máximo de 25Vcd aproximadamente, para calibrar la tarjeta de acondicionamiento de señales se debe ingresar una señal de

5Vcd en primer lugar, con un multímetro se debe medir en el cursor del potenciómetro RV4 un valor de 0.833Vcd. seguidamente se incrementa la señal de entrada a 30Vcd y se debe observar en el cursor del RV4 una lectura de 5Vcd, y se realiza el respectivo ajuste dentro del programa de control del instrumento virtual.

Al variar el voltaje de entrada se observa la variación en el instrumento virtual comprobándose de esta manera su correcto funcionamiento.

3.2 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez realizada la calibración se procede a realizar las pruebas de funcionamiento para lo cual se debe realizar las respectivas conexiones entre los distintos elementos que conforman el sistema de instrumentación virtual.

Con los datos proporcionados por el fabricante se procede a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de cada uno de los instrumentos virtuales creados, para lo cual se lo realiza en el vehículo a probar y adicionalmente para la prueba de niveles de voltaje una fuente de alimentación de corriente continua regulable.

Al correr el software de control y seleccionar cada uno de los instrumentos virtuales se obtienen los datos que se muestran en cada una de las siguientes tablas con sus respectivos análisis.

Tabla 3.1 Pruebas de funcionamiento del sensor de temperatura

TEMPERATURA		
temperatura (ºC)	Voltaje Generado (Vcd)	Instrumento Virtual (ºC)
20	3.090	24
40	2.093	48
60	1.393	65
80	0.823	80

Debido a que la función de transferencia del sensor de temperatura no es totalmente lineal se puede tener una aproximación de la lectura con una pequeña desviación en valores bajos de operación, que son valores iniciales de operación del vehículo.

Tabla 3.2 Pruebas de funcionamiento del sensor de la cremallera

CREMALLERA		
Posición de la cremallera (mm)	Voltaje generado (Vcd)	Instrumento Virtual (mm)
1	1	1,058
2	2	2,058
3	3	3,058
4	4	4,078
5	5	5,000

Los valores obtenidos con el instrumento virtual tiene una margen de error aproximado del 5,8 % de que es un valor aceptable para el proceso y que no genera mayor inconveniente en el diagnóstico del mismo.

Tabla 3.3 Pruebas de funcionamiento del Tacómetro

TACÓMETRO		
Panel de instrumentos (RPM)	Frecuencia (Hz)	Instrumento Virtual (RPM)
500	26,38	508
1000	52,77	1007
1500	79,16	1507
2000	105,55	2009
2500	135,70	2511
3000	158,32	3008
3500	190,10	3512
4000	217,14	4014

Tabla 3.4 Pruebas de funcionamiento del Velocímetro

VELOCÍMETRO		
Panel de instrumentos (Km/h)	Frecuencia (Hz)	Instrumento Virtual (Km/h)
20	27,77	20,08
40	55,55	40,17
60	83,33	60,13
80	111,11	80,19
100	142,85	100,22
120	166,66	120,56
140	200,00	140,22

Tabla 3.5 Pruebas de funcionamiento del sensor del P-S

SENSOR DEL P-S		
Desplazamiento angular (grados)	Voltaje generado (Vcd)	Instrumento Virtual (grados)
0	0,76	0,04

10	1,17	10,09
20	1,58	20,13
30	1,99	30,17
40	2,40	40,22
50	2,81	49,85
60	3,22	60,30

Los valores obtenidos con el instrumento virtual tiene una margen de error aproximado del 0,5 % de que es un valor aceptable para el proceso y que no genera mayor inconveniente en el diagnóstico del mismo.

Tabla 3.5 Pruebas de funcionamiento del actuador del P-S

PS ACTUADOR	
Nivel de voltaje (Vcd)	Instrumento virtual (vcd)
5	5
10	10,06
15	15,12
20	20,18
25	25,28

Los valores obtenidos con el instrumento virtual tiene una margen de error aproximado del 0,8 % de que es un valor aceptable para el proceso y que no genera mayor inconveniente en el diagnóstico del mismo.

Tabla 3.4 Pruebas de funcionamiento de la alimentación del P-S

PS POWER	
Nivel de voltaje (Vcd)	Instrumento virtual (vcd)
5	5,06
10	10

15	14,82
20	19,76
25	24,96

Los valores obtenidos con el instrumento virtual tiene una margen de error aproximado del 1,5 % de que es un valor aceptable para el proceso y que no genera mayor inconveniente en el diagnóstico del mismo.

En la función de diagnostico se debe generar una falla que podría ocurrir en el vehículo como desconectar el sensor de la cremallera, realizar el procedimiento para leer los códigos de error, realizar la lectura del código y consultar su significado en el cuadro de diálogo correspondiente y realizar su corrección que debe concordar con la falla generada.

Diagnóstico		
Falla generada	Código	Descripción
Sensor de temperatura desconectado	23	Sensor temperatura refrigerante

Con estas pruebas se inicia la utilización del sistema de instrumentación virtual diseñado para vehículos diesel con sistemas EDC propuesto.

CAPITULO IV

MANUAL DEL USUARIO

4. INTRODUCCION

El presente proyecto esta diseñado para que pueda ser utilizado directamente sobre el proceso seleccionado como son los camiones ISUZU que cuentan con sistemas EDC.

En este capítulo se realiza una explicación del manejo y operación del equipo diseñado para un correcto funcionamiento y de esta manera evitar daños en el sistema EDC del vehículo y del equipo diseñado.

4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Los componentes constitutivos del sistema de adquisición de datos diseñado se enumeran a continuación:

1. Computadora que contiene la aplicación a ejecutarse es decir el software de control del sistema.

2. Cable de impresora modificado para la conexión entre la PC y la tarjeta de adquisición de datos.

3. Tarjeta de adquisición de datos (DAQ), encargada de convertir la señal analógica de entrada en formato digital.

4. Cable de impresora modificado para la conexión entre la tarjeta de adquisición de datos y la tarjeta de acondicionamiento de señales.

5. Tarjeta de acondicionamiento de señales.

6. Sondas para la conexión entre la tarjeta de acondicionamiento de señales y los terminales del ECM del EDC.

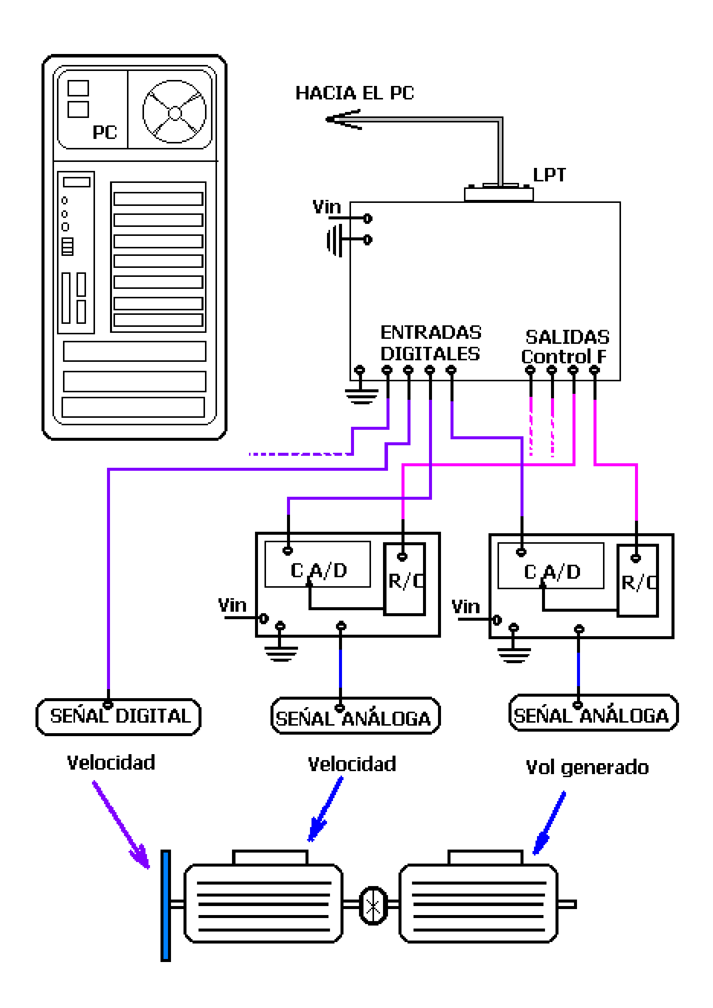


Figura 4.1 Componentes del Sistema de instrumentación virtual para el diagnóstico del sistema EDC propuesto

4.2 CONEXIONADO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

Se debe tener en cuenta que para realizar el conexionado de las sondas que van desde la tarjeta de acondicionamiento de señales hacia los terminales del ECM el vehículo se debe encontrar con el SW en off , y que no se deben ocasionar posibles cortos circuitos para evitar daños del ECM por transitorios.

El procedimiento de operación del sistema diseñado es el siguiente:

1. Conectar cada uno de los elementos del sistema como son la tarjeta de adquisición de datos, tarjeta de acondicionamiento de señales, y el PC con los respectivos cables de conexión.

2. Realizar la conexión de cada uno de los canales respectivos a cada terminal del ECM del EDC propuesto, según lo indica el diagrama de conexiones de la tarjeta de acondicionamiento de señales.

3. Realizar una inspección de comprobación de las conexiones para evitar daños en los sistema ya que son susceptibles a los transitorios, o generar una mala obtención de información en el monitoreo y posterior análisis de los resultados, reflejándose de esta manera diagnósticos erróneos.

4.3. INICIALIZACIÓN DE LA APLICACIÓN

El procedimiento de inicialización de la aplicación es la siguiente:

1. Asegúrese que los elementos del sistema se encuentren conectados entre si y además con la conexión de tierra referencial.

2. Activar la computadora, e ingresar al programa LabVIEW, haciendo clic en el icono que aparece en la pantalla de la computadora denominado escritorio

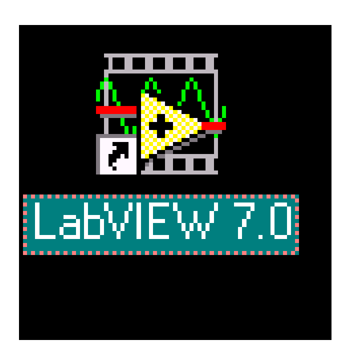


Figura 4.2 Ubicación del icono de LabVIEW

3. Luego de haber inicializado la sesión de LabVIEW debemos seleccionar el menú "open"

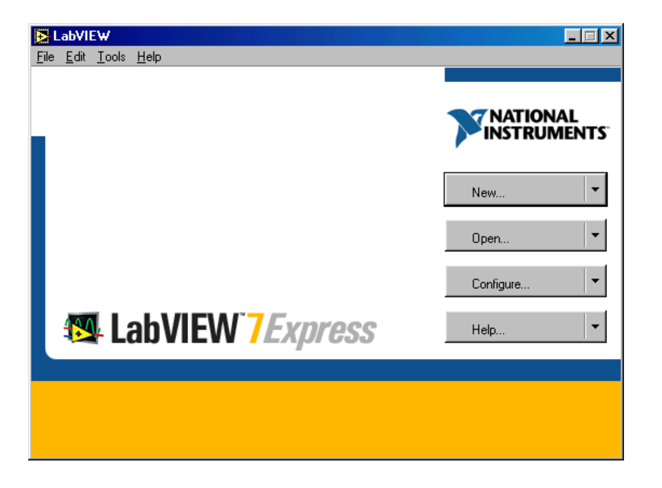


Figura 4.3 Panel principal

4. Aparecerá la ventana para seleccionar la aplicación previamente creada y archivada.

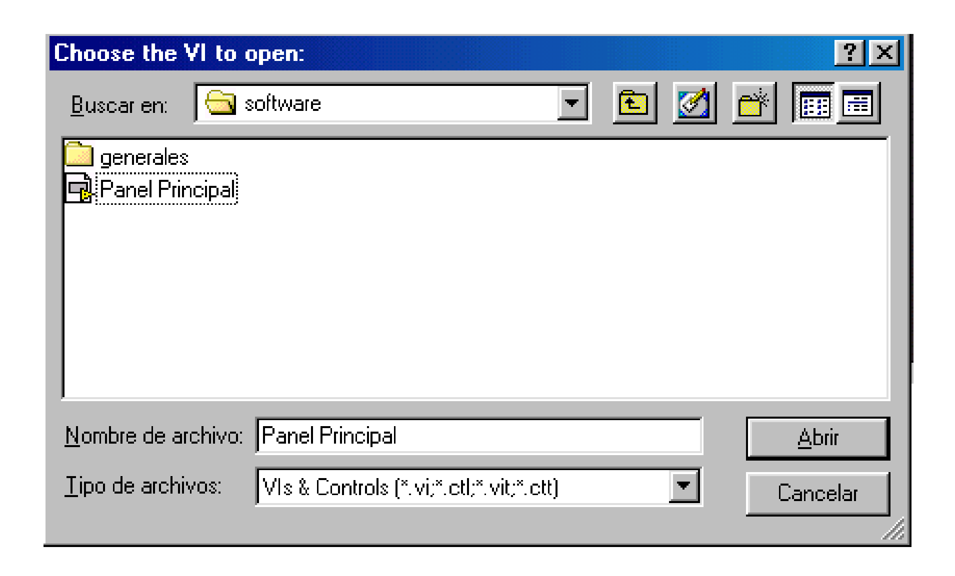


Figura 4.4 Cuadro de dialogo para abrir el VI

5. Seguidamente luego de presionar abrir aparecerá el panel principal de la aplicación.

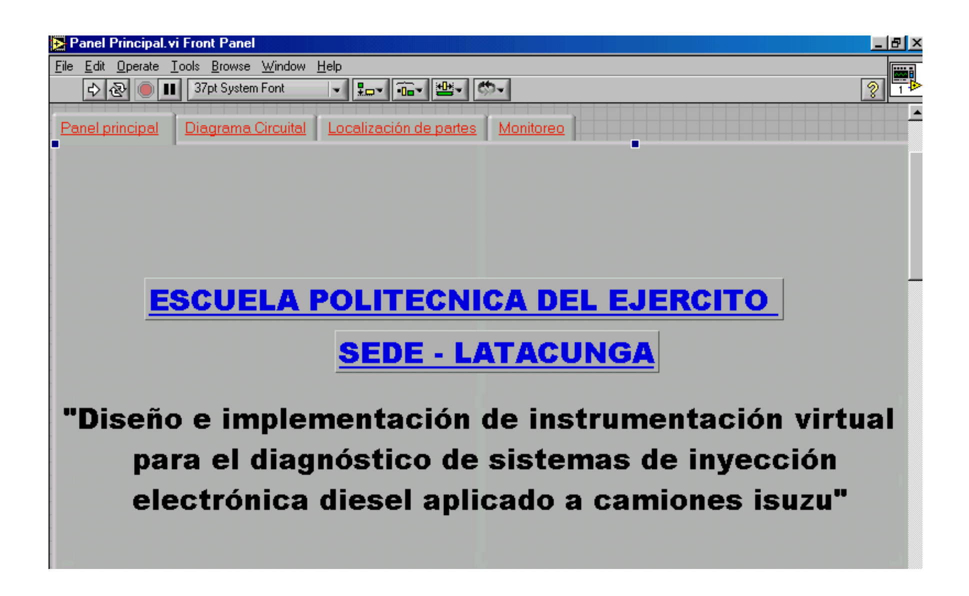


Figura 4.5 Panel principal de la aplicación

6. Una ves abierta procedemos a correr la aplicación desde el botón “Run Continuously”

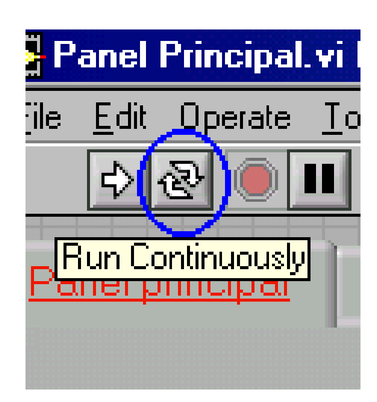


Figura 4.6 Botón para correr la aplicación

7. En este instante se puede escoger cualquier función de las ventanas que contiene el “Panel Principal”

4.4. CARACTERÍSTICAS DE LA VENTANA “MONITOREO”

Dentro de la ventana “Monitoreo” tenemos cada uno de las señales que se necesita monitorear para ser analizadas según los datos de operación del fabricante.

En primera instancia las ventanas de “Temperatura”, ”Cremallera”, ”Velocidad”, “Sensor PS”, “PS ACT.” Y “PS PWR”, no se necesita una mayor explicación de operación.

Mientras que para las ventanas “Tacómetro” y “Diag Lamp” se necesita una explicación detallada de operación.

4.4.1. Utilización de la Ventana “Tacómetro”

Dentro de esta ventana tenemos el reloj indicador de la RPM en forma analógica que va desde 0 RPM a 4000 RPM como escala máxima según el diseño del tacómetro propio del vehículo.

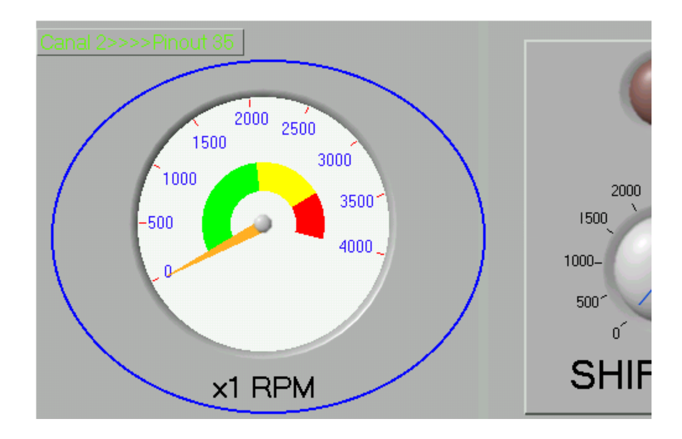


Figura 4.7 Reloj de las RPM analógico

Adicionalmente tenemos en esta ventana un selector para fijar el valor de advertencia de revoluciones límite de aceleración del motor para diversas pruebas que se lleven a cabo sobre el mismo.

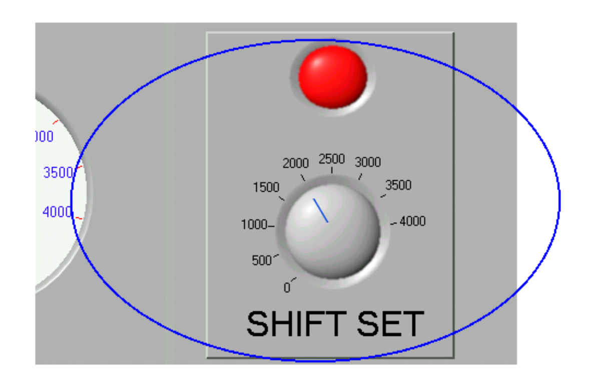


Figura 4.8 Selector de advertencia límite de RPM

4.4.2. Utilización de la ventana "Diag Lamp"

En esta ventana tenemos el botón "SW DIAG" que nos permite inicializar la función de leer los posibles códigos de error en el sistema EDC, para lo cual se debe proceder de la siguiente manera:

- En primer lugar se debe colocar el SW del vehículo en "ON" y observar que la luz de diagnóstico check de la ventana se encuentre activa, si no la esta puede deberse a una mala conexión de la sonda de diagnóstico o que no esta funcionando el ECM.

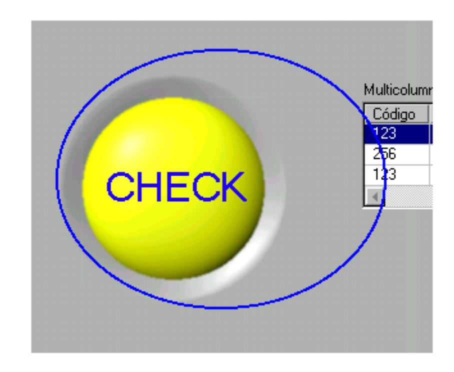


Figura 4.9 Monitor para lecturas de códigos de error existentes

- Seguidamente se debe activar el botón "SW DIAG" de la ventana, esperar que comiencen a desplegar los posible códigos de error.

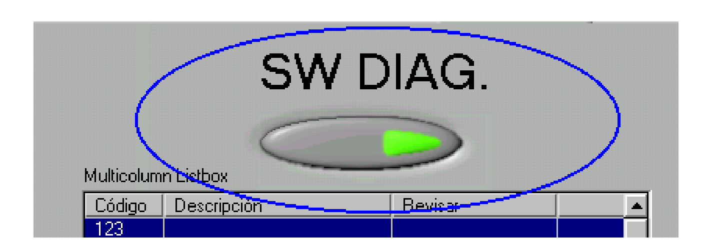


Figura 4.10 Switch para activar la lectura de los códigos de error existentes

- Obtenidos los códigos de error consultar la descripción en el "Multicolumn Listbox" correspondientes y sus posibles soluciones.

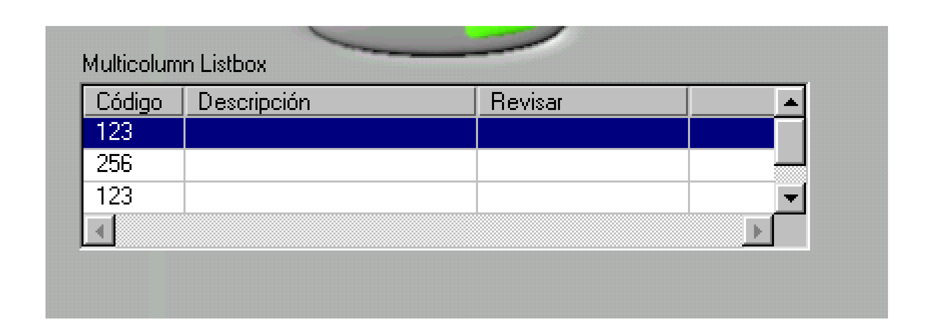


Figura 4.11 Lista de los códigos de error

- Para solucionar los problemas del sistema EDC se debe **parar** el **corrido** de la aplicación y realizar las respectivas correcciones.

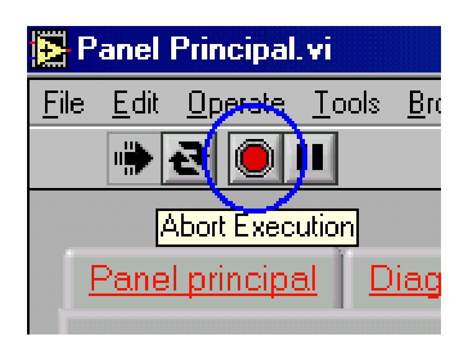


Figura 4.12 Botón de parada de la aplicación

- Luego de realizar las correcciones del sistema EDC se debe proceder a iniciar nuevamente el proceso de corrido de la aplicación hasta corregir el mal funcionamiento del sistema propuesto, para luego salir de toda la aplicación cerrando directamente el programa LabVIEW previamente parando la aplicación.

4.5. PLAN DE MANTENIMIENTO Y OPERATIVIDAD

La aplicación desarrollada (Ventanas en LabView), la tarjeta de adquisición de datos, la tarjeta de acondicionamiento de señales , no requiere mantenimiento.

El mantenimiento que debe realizarse es en los contactos tanto de salida como de entrada a la tarjeta de adquisición de datos y acondicionamiento de señales, y el cableado que es utilizado para ínter conexionar al sistema.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Al finalizar el presente proyecto, se concluye que se alcanzaron los objetivos propuestos.

- Con el desarrollo de la presente aplicación se ha entregado a la Empresa Einstronic, una herramienta para el diagnóstico y reparación de sistemas electrónicos vehiculares diesel EDC.

- Con este proyecto se ha logrado implementar un sistema acorde con el desarrollo tecnológico en la industria automotriz satisfaciendo los requerimientos de estos avanzados sistemas de control en el área de automoción.

- Con este proyecto se ha disminuido el tiempo de diagnóstico para el mantenimiento y reparación del sistema EDC propuesto.

- Además podemos concluir que con esta aplicación podemos obtener patrones de comparación, que podemos utilizarlas para futuros diagnósticos en sistemas EDC que necesiten mantenimiento.

4.2 RECOMENDACIONES

- Como recomendación fundamental en este y cualquier sistema, el accionamiento se lo debe realizar únicamente por personal capacitado para no ocasionar daños en ningún elemento que conforman cada uno de los sistemas.

- Tomar en consideración partes móviles del vehículo para evitar lesiones en el personal que opera el sistema o relacionados con el proceso de diagnóstico o daños en los equipos.

- Se debe tomar en consideración la conexión referencial a GND para evitar transitorios o posibles lecturas erróneas.

- Consultar el manual del usuario para proceder correctamente en la utilización del sistema por dudas que puedan generarse en el normal desempeño del diagnóstico.

- Se recomienda investigar sobre cualquier duda e inquietud que pueda producirse para solucionar un problema de una manera técnica y profesional, más no encontrar una solución de manera impulsiva que detiene el desarrollo y formación de un buen profesional.

- El sistema obtenido se lo puede utilizar no únicamente en sistemas a diesel, sino también en sistemas a gasolina con pequeñas variantes en el software, teniéndose un sistema bastante flexible y económico en relación a otros sistemas existentes en el mercado.

- **GLOSARIO**

A/D: Análogo / Digital

ADC: Conversor Análogo – Digital

ACT: Actuador

ALE: Habilitador del Latch de Direcciones

COMMON RAIL: Riel Común

DAQ: Tarjeta de Adquisición de Datos

DIAG: Diagnóstico

DTC: Código de Diagnóstico de Falla

EDC: Control Electrónico Diesel

ECU: Unidad de Control Electrónico

E/S: Entrada / Salida

NTC: Coeficiente de Temperatura Negativo

PS: Pre-Carrera

PWR: Potencia

RPM: Revoluciones por Minuto

START: Inicio

SW: Conmutador

TICS: Sistema de Control del Tiempo de Inyección

W/L: Lámpara de Alarma

BIBLIOGRAFÍA

- **Charles Belove:** Enciclopedia de la Electrónica Ingeniería y Técnica, Edición 1990, Grupo Editorial Océano, Barcelona España 1990

- **General Motor del Ecuador:** Manual de Servicio Chevrolet ISUZU

- **Mano, Morris:** Arquitectura de Computadores, Primera Edición, Editorial Prentice Hall, México 1985.

- **National Instruments Corporation:** LabVIEW DAQ Course Manual

- **Cooper William Helfrick, Albbert:** Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición, Primera Edición Editorial Prentice Hall, México 1991.

- **Kosow, Irvin:** Máquinas Eléctricas y Transformadores, Primera Edición, Editorial Reverté S.A. , España 1982.

- http:/nts.com

- www.national.com

Latacunga Noviembre del 2006

Elaborado por:

____

Santiago Barona Díaz

LA DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
ESPECIALIDAD EN INSTRUMENTACIÓN

____

Ing. Nancy Guerrón Paredes

EL SECRETARIO DE LA ESPE- LATACUNGA

____

Ab. Eduardo Vásquez Alcázar